

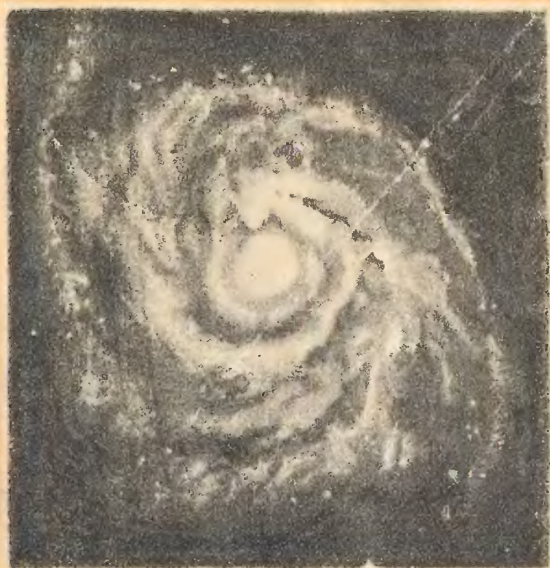
VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕЧКА ШКОЛЬНИКА

Б. А. Воронцов-Вельяминов

ЗВЕЗДНЫЙ МИР



ДЕТГИЗ 1960

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕЧКА ШКОЛЬНИКА

Член-корреспондент
Академии педагогических наук РСФСР
Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ

ЗВЕЗДНЫЙ МИР

Государственное Издательство Детской Литературы
Министерства Просвещения РСФСР
Москва 1950 Ленинград

•

К ЧИТАТЕЛЯМ

Издательство просит отзывы об этой книге присылать по адресу: Москва, 47. Ул. Горького, д. 43. Дом детской книги.

МИР СИЯЮЩИХ СОЛНЦ

Звезды бледнели и гасли на светлеющем утреннем небе. Из-за островерхих гор медленно поднималось Солнце. Солнце ли? Это был какой-то удивительный, огромный, багрово-красный сияющий круг, разрывающийся к краям и покрытый многими блистающими точками. Поднимаясь вверх, он не белел, как белеет наше Солнце, а его огромное тело, повиснув в небе, заполнило чуть ли не четвертую его часть.

Прошло несколько часов, и с той же стороны, но в другом месте быстро поднялось из-за горизонта маленькое ослепительно яркое светило. Его небольшой голубоватый диск лучился так, что красноватые оттенки, разлитые всюду первым, большим Солнцем, исчезли. Все кругом засверкало необычайным разнообразием и богатством красок, а голубое Солнце, быстро плывя по небу, настигало своего красного собрата и, настигнув, неожиданно скрылось за его гигантскими очертаниями.

Снова заалела природа, но не надолго, так как новых два, уже желтоватых Солнца, похожих друг на друга, как близнецы, быстро вращаясь как бы в каком-то странном небесном танце, выплыли на небо с той стороны, куда опускалось большое красное светило.

«Где мы находимся с вами?» спросите вы.

Мы на одной из планет в мире сияющих Солнц, но чтобы войти в этот мир, вам нужно сначала дочитать эту книжку до конца, а затем мысленно вернуться ко всему, что в ней было рассказано.

ЕСТЬ ЛИ КОНЕЦ МИРА И МОЖНО ЛИ МИР ПОЗНАТЬ?

Открылась бездна, звезд полна,
Звездам числа нет, бездне — дна.

Так наш великий ученый и поэт Михайло Ломоносов, гениальный сын русского народа, кратко и выразительно сформулировал представление о бесконечности вселенной, являющейся перед нами в виде ночного звездного неба.

Сколько тысячелетий это звездное небо приковывает взоры человека и как долго спорили о нем наука и суеверие! Распространители суеверия твердили веками, что за звездами, усеивающими небесный купол, находится обиталище духов и неведомых сил. Там помещали рай, в котором обещали блаженство после смерти тем, кто всю жизнь трудился в поте лица для земного блаженства имущих классов. Сказками о надзвездном рае они стремились потушить гневный протест, кипевший в душе поработенных и закабаленных. Само звездное небо объявлялось созданным целиком в единый день и час исключительно и специально для удовольствия человека.

Но что же говорили о самих звездах?

Тут мнения разделялись. По одним суеверным учениям, звезды были небесными лампадами, зажигаемыми ангелами по вечерам. По другим — это были глаза самих ангелов, глядящих на Землю.

И позднее суеверие не хотело мириться с выводами науки о том, что вселенная, звездный мир, бесконечно простирается в глубину, что как бы далеко ни полетели мы, минуя близкие звезды, мы будем на своем пути встречать всё новые и новые светила. Не мирилось оно и с тем, что вселенная вечна, что она не существует как застывшая картина со времен своего мнимого сотворения, что она вечно была и будет, вечно развиваясь и меняясь, что она есть то бесконечное целое, частью которого являются человек и Земля. Суеверие со свойственным ему упорством отвергает доказанную опытом возможность познания человеком вселенной, несмотря на ее бесконечность. Суеверие отвергало сначала возможность определения расстояния до звезд, потом возможность определения химического состава звезд, их свойств и т. д. Но наука посрамляла защитников суеверий.

каждый раз разрешая загадки, казавшиеся неразрешимыми.

Великий Ломоносов, несмотря на влияние и власть церкви в его время, учил: «Напрасно многие думают, что все, как видим, с начала творцом создано... и потому-де не надобно исследовать причин, для чего они внутренними свойствами и положением мест разнятся. Таковые рассуждения весьма вредны приращению всех наук, следовательно и натуральному знанию шара земного... хотя оным умникам легко быть «философами», выуча наизусть три слова: «Бог так сотворил!» и сие давая в ответ вместо всех причин».

Материализм, развитый и обогащенный в бессмертных трудах Маркса, Энгельса, Ленина и Сталина, вооружил нас еще лучше для борьбы за изучение и переустройство природы, для борьбы с суеверием, маскирующимся в платье науки.

Узнаем же о том, что говорит нам материалистическая наука о звездном небе и что о нем говорила религия.

СОЗВЕЗДИЯ И СУЕВЕРИЯ

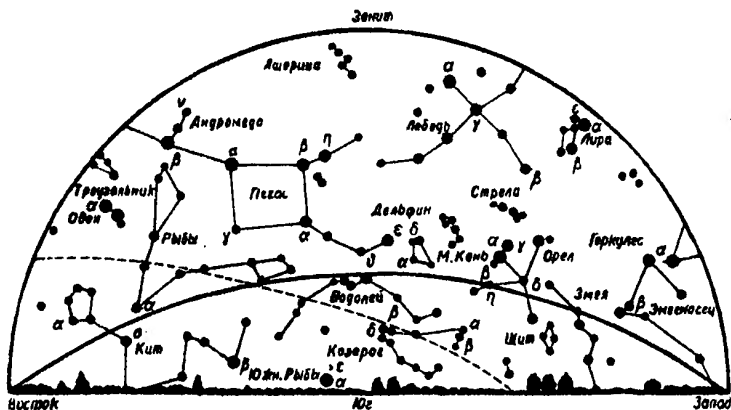
Первым проявлением религии было обожествление предков и вера в загробную жизнь. Когда стало уже намечаться расслоение общества на основе экономических взаимоотношений, поклонение духам умерших вождей племени сформировалось в ясно выраженную первобытную религию. Духи племени представлялись существами, которые могут наказывать и миловать так же, как и живые вожди племени, так что с ними нужно было поддерживать хорошие отношения, умилять их разными приношениями.

По мере того как социальные и экономические взаимоотношения усложнялись, а человек переходил к земледельческому способу производства, религия преобразовывалась. Скотоводство и в особенности земледелие зависят в большой степени от состояния погоды. Земледельцам постоянно приходится вглядываться в небо, ожидая долгих засушливых дней, гроз или наступления заморозков. Изменение условий труда повело к образованию новой формы религии — культа природы.

Обожествлялись гром, молния, дождь, ветер и светила небесные. Так как произрастание растений зависит главным образом от тепла и света, посылаемых Солнцем, бог-Солнце стало главным предметом поклонения. Вслед за Солнцем стала обожествляться и Луна. Редко в какой религии не сохранилось следов поклонения небесным светилам. В честь Солнца стали складывать молитвы и строить храмы, многие из которых уцелели до нашего времени. Небо для человека стало жилищем божеств и осталось таковым даже тогда, когда на смену богам — небесным светилам возникли новые боги и святые. Первобытный человек обращал внимание на небо не только как на местожительство богов — земледельцу было необходимо предвидеть смену времени года: наступление лета и зимы. Нужно было как-то научиться определять час суток, считать время, появилась необходимость и в календаре.

Приходилось наблюдать за природой. Если восход Солнца определяет начало дня, а его положение на небе — час суток, то, естественно, календарь надо искать на небе. Нетрудно заметить, что звезды, рассыпанные по небу, восходят и заходят точно так же, как Солнце и Луна. Это суточное вращение небесного свода, той круглой чаши неба, которая кажется опрокинутой над головой, как купол, стало основной единицей времени — сутками. Наблюдая изо дня в день, можно заметить, что вид звездного неба в разное время года, но в одни и те же часы ночи неодинаков. Те звезды, которые зимою бывают видны над головой, летом совсем не бывают видимы. Луна, в течение месяца изменяя свой вид, перемещается среди звезд, переходя из одного места неба в другое.

Кроме того, она вместе со всем небесным сводом кажется вращающейся вокруг Земли, восходя на востоке и заходя на западе. То же самое происходит и с Солнцем, только полный круг по небу среди звезд оно делает гораздо медленнее. Если заметить, в каком месте неба находится Солнце в тот день, когда он самый длинный, а ночь самая короткая, то, наблюдая за Солнцем изо дня в день, мы заметим, что оно вернется на это место только тогда, когда снова день будет самым долгим, а ночь самой короткой. В промежутке между этими двумя мо-



Созвездия, видимые в южной части горизонта в начале осени. Размеры кружков, изображающих звезды, соответствуют их блеску.

ментами один раз сменятся лето, осень, зима и весна. То же самое можно заметить и по звездам. В одни и те же дни и часы года по ночам видны одни и те же звезды, в одних и тех же положениях относительно горизонта. В другие вечера часть этих звезд будет видна так же, но уже в другом положении относительно горизонта.

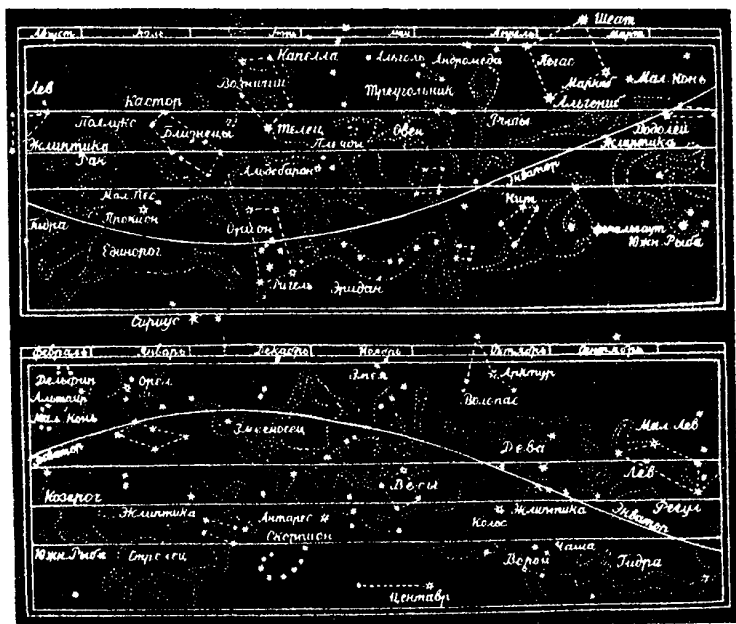
Солнце и Луна, перемещаясь по небу, движутся среди одних и тех же звезд. Эта полоса на небе, этот, так сказать, звездный пояс, охватывающий по кругу весь небесный свод, называли зодиакальным поясом и разделили его на двенадцать частей, причем каждую часть называли знаком зодиака.

Обходя все звездное небо по кругу в течение года, Солнце оказывается то в одном, то в другом знаке зодиака. Когда Солнце входит в одни знаки зодиака, на земле наступает лето; когда оно входит в другие знаки зодиака — наступает зима, и т. д. Каждый сезон года, всякое время земледельческих работ оказывается связанным с положением Солнца в поясе зодиака. Слово «зодиак» в переводе с древнегреческого на русский язык означает «пояс зверей». Происхождение этого названия таково. В соответствии с полевой работой, в соответствии с изме-

нением времени года знаки зодиака получили названия, большинство которых, так сказать, звериные. Эти знаки зодиака называются так: Овен (ягненок), Телец (бык), Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог (подобие козла), Водолей, Рыбы. Когда Солнце входит в знак Рака, наступает июнь. 22 июня Солнце выше всего стоит на небе, и этот день — самый долгий.

После 22 июня Солнце уже не поднимается днем так высоко, оно как бы пятится назад, — поэтому, наверно, и соответствующий знак зодиака назван Раком. В августе Солнце находится в созвездии Девы, что соответствует уборке хлеба, в которой главная работа падала раньше на долю женщин. После уборки хлеба, в сентябре, определяли и взвешивали урожай. В результате появилось название знака Весов, в котором Солнце бывает в сентябре. Подобным же образом произошли, повидимому, названия других знаков зодиака; например, Стрелец указывал, что в ноябре надо отправляться на охоту за зверем, Водолей указывал на предстоящие весенние разливы рек, знак Рыб отмечал время весеннего хода рыбы и надежд на богатый улов. В соответствии со знаками зодиака группы ярких звезд, находившихся поблизости от этих знаков, соединялись как бы в одно целое, в созвездия, к которым перешли имена знаков зодиака. Таким образом, появились двенадцать зодиакальных созвездий, из которых каждое обозначалось соответствующим знаком или рисунком. Знаки зодиака есть проявление древнейших астрономических знаний. Их изображения можно найти высеченными из камня на гробницах, памятниках и других сооружениях. Найдены изображения знаков зодиака, сделанные древнейшими народами — египтянами, индусами, китайцами и ацтеками. Многие из рисунков имеют давность в две-три тысячи лет.

В связи с задачей определения времени потребность более точно изучить звездное небо привела к тому, что все яркие звезды неба были соединены в группы — созвездия, и каждому созвездию было дано имя. Эти имена, так же как и названия зодиакальных созвездий, преимущественно звериные. По этой связи зверей и звезд отчетливо видно, как постепенно поклонение умершим



Двенадцать зодиакальных созвездий (в средней полосе рисунка), по которым совершает Солнце свой годичный кругооборот.

предкам и обожествление животных заменились поклонением светилам небесным. Названия созвездий (общим числом около восьмидесяти на всем небе) в большинстве своем перешли к нам от древних народов без изменений, и до сих пор в научных астрономических книгах упоминаются имена таких созвездий, как Большая и Малая Медведицы, Большой Пес и Малый Пес, Рысь, Гончие Псы, Лисица, Лебедь, Орел, Кит, Ворон, Волк, Ящерица, Змея и другие.

Часть созвездий получила название в соответствии с теми сказаниями о богах или героях (мифами), которые существовали у разных народов. Так появились созвездия «великого охотника Ориона», «силача и героя Геркулеса», «красавицы Андромеды» и другие.

Поклонение наиболее ярким звездам этих созвездий

тоже было очень распространено у многих народов. Например, египтяне поклонялись под именем Анубиса самой яркой из звезд — Сириусу (находящемуся в созвездии Большого Пса). Этот бог, эта «песья звезда» изображалась в виде священной собаки, и в ее честь целые своры собак торжественно кормились в храмах за счет трудящихся египетского царства.

В древнем Риме наибольшее приближение Солнца к созвездиям Малого и Большого Пса приходилось на самый разгар летнего зноя, почему дни эти получили название «каникул», то-есть «песьих дней». Позднее это название было закреплено за днями летнего (а затем и зимнего) отдыха учащихся.

Точные наблюдения звездного неба привели к замечательному открытию. В то время как все звезды на небе неподвижны, не меняют своего вида и взаимного расположения, есть такие пять ярких звезд, которые блуждают по небу. Передвигаясь среди обычных звезд, они движутся то вперед, то назад, то неподвижно стоят на месте. Хотя их движение происходит по тем же двенадцати зодиакальным созвездиям, по которым движутся Солнце и Луна, движение это так сложно, что очень долгое время не могли предсказать, когда и в каком месте эти звезды будут находиться. Эти пять блуждающих звезд халдеи называли толковниками, а позднее греки, присоединив к этим пяти светилам Солнце и Луну, всех их называли планетами, то-есть «блуждающими». Станные, запутанные пути планет, выписывавших своим движением по небу что-то вроде петель и непонятных значков, были истолкованы как чудо. Халдеи считали, что планеты своим движением возвещают волю богов, а может быть, и сами являются богами. Положение планет среди звезд предвещало, по мнению халдеев, наступление каких-нибудь крупных событий: засухи, войны, урожая, смерти царей. Имена пяти планет, похожих по своему внешнему виду на яркие звезды и открытых в древности, следующие: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. В зависимости от вида планет и условий их наблюдения каждой из них жрецы стали приписывать определенные свойства. Вера во влияние планет на земные события и возможность их предоказывать по движению светил называются астрологией.



Старинная звездная карта с изображением фигур созвездий.
Названия созвездий написаны по-латыни.

В эпоху средних веков, в эпоху мрачного гнета католической церковной полиции (инквизиции) астрология пользовалась особенным почетом и доверием. Трудно представить, до чего доходила вера в таинственное значение планет и в предсказания, основанные на наблюдении их положения среди звезд. В средние века каждый состоятельный человек при рождении ребенка приглашал астролога и поручал ему составить гороскоп новорожденного — предсказать его характер и судьбу.

Один писатель, живший в конце XVI века, так остро-

умно насмехался над астрологией: «Вот отменная людская глупость! Если нам не везет в жизни (что часто происходит от неумения вести себя), мы обвиняем в своих страданиях Солнце, Луну и звезды, словно мы злы и безрассудны по необходимости, глупы и нелепы по велению неба, мошенники, воры и изменники — вследствие предопределения звезд, пьяницы, лгуны и трелюбодей — вследствие вынужденного подчинения влиянию планет и как будто все наши пороки зависят от внушения неба!.. Чего лучше, как свалить все свои безобразные наклонности на ответственность звезды! Мои отец и мать соединились под знаком Дракона, а я родился под Большой Медведицей — значит, я должен быть груб и бесстыден! Ба! я был бы точно такой же, если бы наичистейшая звезда небосклона светила в час моего рождения».

В XX веке по небу стали летать аэропланы, заговорило радио, шестая часть мира превратилась в социалистическое государство, и ее примеру следуют другие государства, а в Английском королевстве и в США попрежнему издаются руководства по астрологии и таблицы для составления гороскопов.

В России астрология пользовалась меньшим успехом, чем на Западе, но все же до революции выходило немало астрологической литературы, поддерживавшей суеверия и распространявшей веру в предопределение человеческой судьбы, в зависимость ее от сверхъестественных сил. Одним из пережитков веры в астрологию является сохранившееся еще кое-где в быту выражение: «Под несчастной планидой я родился». Эта «планида» и есть та планета, в счастливое или несчастливое влияние которой многие верили.

ЕЩЕ О СОЗВЕЗДИЯХ

Полярная звезда, находящаяся всегда на севере, является главным указателем сторон горизонта. В одной и той же местности высота Полярной звезды над горизонтом не меняется никогда. Все небо кажется вращающимся вокруг нее, и только самые близкие к ней созвездия описывают при своем суточном движении маленькие круги на небе, так что они никогда не заходят. В нашей



Поклонение изображению бога-Солнца в древнем Вавилоне.

стране к таким незаходящим созвездиям относятся Кассиопея, Большая Медведица и другие. Если мы поедem на север, то Полярная звезда станет подниматься над горизонтом и незаходящих звезд будет становиться все больше. Если же мы поедem на юг, например на Кавказ или в Среднюю Азию, Полярная звезда станет опускаться к горизонту.

В Африке Полярная звезда находится почти у горизонта, и Большая Медведица там восходит и заходит так же, как у нас восходят и заходят Плеяды (народное название — Стожары или Утиное Гнездышко).

В древних греческих стихах, написанных три тысячи лет тому назад («Одиссее»), так говорится о возвращении греческого героя Одиссея на родину:

Радостно парус натяг Одиссей и, попутному ветру
Вверившись, поплыл. Сидя на корме и могучей рукою
Руль обращая, он бодрствовал; сон на его не спускался
Очи, и их не сводил он с Плеяд, с исходящего поздно
В море Воота, с Медведицы, в людях еще Колесницы
Имя носящей и близ Ориона свершающей вечно
Круг свой, себя никогда не купая в водах океана.
С нею богиня богинь повелела ему неусыпно
Путь соглашать свой, ее оставляя по левую руку.

По этим данным, зная изменение вида звездного неба в зависимости от времени, мы можем определить, что сказочный герой Одиссей плыл где-то неподалеку от Греции, на восток, летом, в июле или в августе. Из этих стихов видно, какое большое значение имела астрономия еще в то время для экономических сношений народов и для увеличения человеческих знаний о величине и размере Земли.

В наше время для определения положения корабля в море и для составления географических карт необходимы еще более точные и подробные астрономические наблюдения. В такой же мере необходимо и определение точного времени.

В стихах, которые мы только что привели по поводу связи мореплавания с астрономией, упоминаются созвездия Большой Медведицы и Ориона. Эти названия в своем большинстве перешли к нам от древних греков и до сих пор употребляются в астрономии, когда нужно дать приблизительное указание местонахождения какой-

нибудь звезды на небе. В этом случае говорят и сейчас: «звезды в созвездии Ориона», «главные звезды созвездия Льва» и т. д., совершенно не обращая внимания на смысл названия созвездий. На старинных звездных картах вместе с точками, изображавшими звезды, рисовались также фигуры тех зверей, названия которых даны созвездиям.

К тем созвездиям, на которые греки разделили наиболее яркие звезды неба, на протяжении многих веков присоединилось очень мало новых, хотя неоднократно делались попытки изменить их названия. Около тысячи лет назад христианские богословы возмущались «языческими и нечестивыми» названиями созвездий и предложили переменить их на имена людей и предметов, почитаемых верующими христианами. Было издано несколько новых звездных карт, на которых созвездие Большой Медведицы переделано в созвездие Лодки святого апостола Петра, Андромеда — в Гроб господень, Телец (бык) — в Апостола Андрея и т. д.

Некоторые ученые в угоду своим коронованным покровителям пытались закрепить такие названия созвездий, как Сердце герцога Карла, Честь короля Фридриха, Бык короля Понятовского и т. п. В XVII веке один подобострастный профессор предложил в угоду правящим классам феодалов переделать двенадцать зодиакальных созвездий в гербы двенадцати королевских фамилий, правивших в то время в Европе, а остальные созвездия обозначать гербами наиболее богатых и знатных родов. Немногим более ста лет тому назад некоторые немецкие ученые, чтобы угодить Наполеону, разорившему большую часть их собственной страны, предложили переименовать в созвездие Наполеона красивейшее созвездие зимнего неба — Орион, про которое все народы начиная со времен родового быта сложили немало сказок и легенд. Три звезды, образующие «пояс охотника Ориона», или Три Волхва, как их еще называли, предложено было переименовать в «звезды Наполеона».

Новые названия созвездий укоренились только для южного полушария неба, видимого в таких странах, как Африка, Южная Америка и Австралия. Этих южных звезд и созвездий греки не видели и не знали. Их открыли после того, как европейцы стали путешествовать по

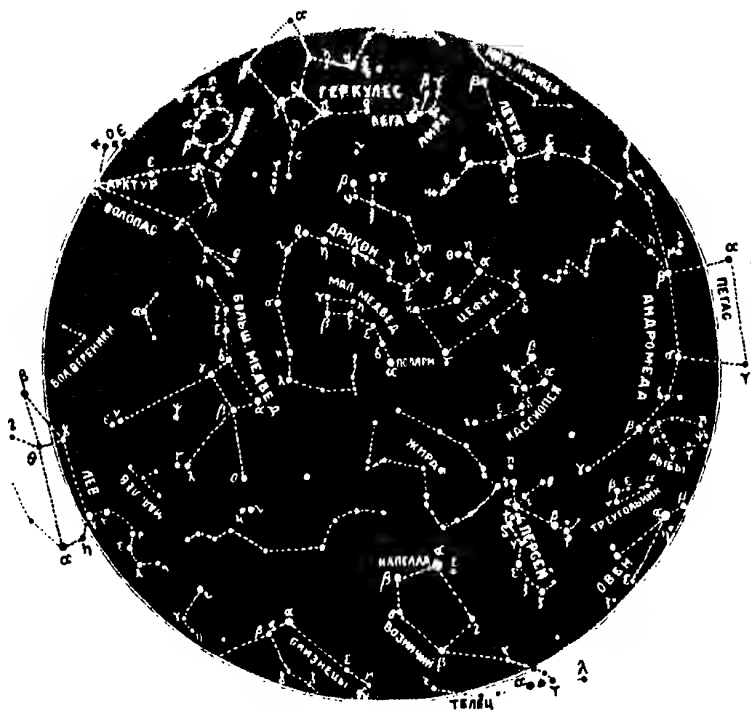
всему земному шару. Таким образом, появились созвездия Компас, Микроскоп, Телескоп, Часы, Мастерская скульптора и другие.

В дальнейшем нам неоднократно придется употреблять названия отдельных звезд и созвездий, так что полезно уметь разыскать на небе главнейшие из них, чтобы при случае найти и посмотреть, как они на самом деле выглядят. Трудно разобраться в том множестве звезд, которые усеивают небо, если не иметь определенной «печки», от которой «можно танцевать». Такой небесной «печкой», от которой начинают «танцевать», являются Большая Медведица и Полярная звезда.

Прежде всего надо знать хотя бы приблизительно, где находятся север и юг. Для этого достаточно заметить, где бывает Солнце в полдень. Это направление называется югом, а противоположное — севером. Если мы станем лицом на север, то восток будет направо, а запад налево. Зная фигуру созвездия Большой Медведицы и умея ее разыскать на небе, в каком бы месте мы ни находились, мы можем разыскать по ней Полярную звезду и определить по ней страны света.

Созвездие Большой Медведицы состоит из семи ярких звезд, которые своим расположением напоминают кастрюлю с ручкой или ковш. Надо иметь в виду, что небо вертится вокруг Полярной звезды и поэтому в разные часы ночи и в разное время года Большая Медведица занимает разные положения относительно горизонта. Иногда она находится близко к горизонту, и тогда ее звезды стоят на небе так, что ручка «кастрюли» смотрит влево. В другое время созвездие стоит выше на небе и «кастрюля» наклонена к горизонту. Бывает, что «кастрюля» переворачивается вверх дном (в это время она находится на севере, почти над головой). Большую Медведицу часто называют в народе другими именами: Вoz, Колесница, Чепега.

Если через две крайние звезды Большой Медведицы, образующие «переднюю стенку ковша», мысленно провести прямую линию так, чтобы она шла от «донышка кастрюли» вверх, то на продолжении этой линии мы найдем довольно яркую желтоватую звезду, которая и есть Полярная звезда. Полярная звезда принадлежит к со-



Околополярные созвездия.

звезду Малой Медведицы, форма которой тоже напоминает ковш. Полярная ярче всех остальных звезд этого созвездия и образует самый конец «ручки малого ковша». Малая Медведица как бы висит на Полярной звезде, свешиваясь к «ручке кастрюли» Большой Медведицы. Расстояние от Полярной звезды до Большой Медведицы в пять раз больше расстояния между двумя упоминавшимися крайними звездами ее. Расположение звезд созвездия Большой Медведицы совершенно не похоже на форму того зверя, именем которого оно названо. Только безудержная фантазия могла найти в этих созвездиях что-то общее с этим косолапым животным.

По другую сторону от Полярной звезды относительно созвездия Большой Медведицы находится созвездие

Кассиопеи, состоящее из пяти ярких звезд, образующих фигуру, похожую на перевернутую букву «М». Эти пять звезд — самые яркие в Кассиопее. Соседние, слабые звезды тоже относятся к созвездию Кассиопеи; то же самое нужно сказать о слабых звездах всех других созвездий.

Созвездия, близкие к Полярной звезде, никогда не заходят. Они видны и летом и зимой в любой час ночи. Через созвездие Кассиопеи проходит серебристая светящаяся полоса — Млечный путь. Следя по небу в направлении этой полосы в сторону Малой Медведицы, мы найдем созвездие Лебедя, называвшееся иногда Крестом, так как самые яркие его звезды похожи на эту фигуру.

Под созвездием Лебедя, тоже в Млечном пути, находится созвездие Орла с яркой белой звездой, которую арабы называли Альтаиром. От этих двух созвездий, образуя с ними треугольник, в направлении к Большой Медведице находится небольшое созвездие Лиры с очень яркой голубоватой звездой, Вегой. Эти три созвездия лучше всего видны летом и осенью в начале вечера. Весной удобно наблюдать созвездия Волопаса (пастуха), Северного Венца и Льва. В созвездии Волопаса есть яркая красновато-желтая звезда Арктур. Мы ее найдем, если продолжим назад линию, соединяющую две последние звезды «ручки ковша» Большой Медведицы. Около Волопаса небольшое созвездие из слабых звезд образует нечто вроде венка. Это и есть созвездие Северного Венца (иначе — Северной Короны). Далеко внизу под Большой Медведицей лежит большое зодиакальное созвездие Лев. Расположение передних его звезд напоминает серп с ручкой, конец которой образован яркой звездой по имени Регул («Сердце Льва»).

От созвездия Льва еще дальше к востоку находятся созвездия, видимые зимой: Близнецы, Возничий, Телец, Малый Пес, Большой Пес и Орион. Возничий с яркой желтой звездой Капеллой (в переводе на русский — Козочкой) лежит в Млечном пути на таком же расстоянии от Кассиопеи, как и Лебедь, только в противоположную сторону. Рядом с ним лежит зодиакальное созвездие Телец. В этом созвездии самая яркая звезда — Альдебаран — имеет огненно-красный цвет. Вокруг Аль-

дебарана видно много слабых звезд, целая куча. Это звездное скопление называется Гиадами. Неподалеку находится более тесная куча звезд — Плеяды. В народе ее хорошо знают под именем Утино́го Гнезда или Сто-жар. Человек с нормальным зрением видит в ней шесть звезд, а люди с очень острым зрением — до одинна-дцати.

Ниже созвездия Тельца находится самое яркое и красивое из созвездий зимнего неба — Орион. Его очертания похожи на перевязанный сно́п или на подпоясан-ную человеческую фигуру. Пояс Ориона образуют три блестящие звезды одинаковой яркости. Их называли так-же Тремя Волхвами. В левом верхнем углу созвездия находится очень яркая красная звезда Бетельгейзе, а в правом нижнем углу — другая очень яркая звезда белого цвета, Ригель. Ниже и левее Ориона расположено со-звездие Большого Пса, главная звезда которого, по име-ни Сириус, ярче всех остальных звезд на небе. В мороз-ные зимние ночи она видна прямо на юге, низко над горизонтом, и играет, переливаясь всеми цветами радуги. Из планет только Юпитер, Венера да иногда еще Марс оказываются ярче Сириуса.

Рядом с Тельцом по другую сторону Млечного пути находится созвездие Близнецов с яркими звездами Ка-стором и Поллуксом, а под ним — созвездие Малого Пса, имеющее только две яркие звезды, из которых главная носит имя Прокцион. Остальные созвездия, хотя и важные, состоят из более слабых звезд и менее броса-ются в глаза при первом изучении звездного неба, так что найти их труднее. Желаящие могут разыскать их, пользуясь звездной картой.

СКОЛЬКО ЗВЕЗД НА НЕБЕ?

Когда вы отправляетесь блуждать по незнакомому городу, вам полезен его план. Когда вы отправитесь блуждать по звездному небу, вам будет полезна карта звездного неба.

В древности под созвездием понимали группу ярких звезд, характерных своим взаимным расположением, составляющих какую-либо фигуру, если эти звезды мы-

сленно соединить прямыми линиями. Однако почти никогда мы не видим в этих характерных фигурах сходства с теми предметами, именами которых древние астрономы эти фигуры называли.

Сейчас под созвездием понимают целую область на небе внутри определенных границ. К созвездию относят все звезды, которые видны в этой области неба. Однако в пространстве, если для простоты границы созвездия принять за круг, созвездие включает все звезды, находящиеся внутри конуса с вершиной в нашем глазу и с образующими, проведенными к границам созвездия. Некоторые из звезд данного созвездия в пространстве дальше от своих соседок по созвездию, чем от звезд, видимых нами в совсем противоположной стороне неба.

Два тысячелетия тому назад ввели деление звезд по блеску на шесть групп, на шесть звездных величин. Самые яркие (их около двадцати) называли звездами первой величины, более слабые — звездами второй величины, а те, которые едва видимы невооруженным глазом, — звездами шестой величины. Чем звезда ярче, тем ее звездная величина меньше. Удивляться такому разделению звезд по их яркости нечего. Никого ведь не удивляет, что самые крупные плоды относят к первому сорту, менее крупные — ко второму сорту и т. д.

По сравнению со звездами первой величины звезды шестой величины в сто раз слабее. Видимые в бинокль звезды седьмой и восьмой величины соответственно в два с половиной и в шесть раз еще слабее.

Присмотритесь к звездному небу, разыщите на нем с помощью звездной карты созвездия, и вы скоро убедитесь, как легко ориентироваться на небе, держать на учете все звезды, видимые невооруженным глазом.

Их всего около шести тысяч, а сразу над горизонтом их видно только около трех тысяч. Если мы говорим «около», то лишь потому, что острота зрения и прозрачность воздуха бывают различными. В списки занесены и помечены на картах не только все эти звезды, но и множество более слабых.

С уменьшением яркости звезд число их растет.

Так сказать, «поштучно» сосчитаны и занесены в каталоги; а также на карты все звезды ярче одиннадцатой звездной величины. Число звезд более слабых

мы тоже знаем, но уже не так точно, да это и не столь важно.

В результате подсчет числа звезд ярче данной предельной звездной величины можно представить следующей таблицей:

Предельная звездная вели- чина	Число звезд	Предельная звездная вели- чина	Число звезд
6,0	4 850	13,0	5 700 000
7,0	14 300	15,0	32 000 000
8,0	41 000	17,0	150 000 000
9,0	117 000	19,0	560 000 000
10,0	324 000	21,0	2 000 000 000
11,0	870 000		

Итак, мы держим на строгом учете почти миллион звезд, а всего доступно нашему наблюдению около двух миллиардов звезд. Число внушительное.

КАК ДАЛЕКИ ЗВЕЗДЫ?

Вы знаете, конечно, что наш земной шар за год обегает кругом Солнца, держась от него на расстоянии 150 миллионов километров. Знаете вы и то, что, кроме Земли, ряд подобных ей небесных тел, называемых планетами, тоже обращается вокруг Солнца, образуя солнечную систему. Самая далекая из известных планет — Плутон — в сорок раз дальше от Солнца, чем Земля. Солнце освещает и согревает Землю и другие такие же холодные и темные планеты.

За пределами солнечной системы к звездам придется сделать такой большой скачок в расстоянии, что он удался всего лишь столетие назад, гораздо позднее, чем исчезли сомнения в подобии между Солнцем и звездами. Измеритель морских глубин — лот — в области астрономии неоднократно бросался в направлении разных звезд и долго не мог достигнуть ни одной из них, не мог достигнуть «дна».

И вот всего лишь только столетие назад известному

русскому астроному В. Струве одновременно с другими учеными, работавшими за границей, удалось произвести достаточно точные измерения и впервые установить расстояние до некоторых звезд. Чувство, испытанное при этом современниками, напоминает радость моряков, которые при долгом плавании безуспешно бросали лот и наконец достали им до дна.

Способ определения расстояния до звезд состоит в точном определении направления на них (то-есть в определении их положения на небесной сфере) с двух концов диаметра земной орбиты. Для этого надо определить направление на звезду в моменты, отделенные друг от друга полугодом, так как Земля за это время сама переносит с собой наблюдателя с одной стороны своей орбиты на другую.

Кажущееся смещение звезды, вызванное изменением положения наблюдателя в пространстве, чрезвычайно мало, едва уловимо.

Самой близкой к нам звездой можно считать звезду первой величины Альфа Центавра, не видимую в СССР, хотя одна близкая к ней, не видимая невооруженным глазом звездочка оказывается еще на 1 процент ближе. Кажущееся смещение звезд измерено с точностью до $0'',01$.

Под углом около $0'',01$ нам представляется поперечник копейки, если ее поставить на ребро на Красной площади в Москве и рассматривать из Тулы или из Рязани. Вот какова точность астрономических измерений! Под углом в $0'',01$, говоря точнее, видна линейка, на которую смотрят под прямым углом с расстояния, в 20 626 500 раз большего, чем длина линейки.

Большие расстояния удобнее выражать в световых годах, то-есть в тех расстояниях, которые свет, распространяясь со скоростью 300 000 км/сек, пробегает за год.

С помощью описанного способа и других можно определять расстояния до звезд, отстоящих гораздо дальше чем на триста световых лет. Свет звезд некоторых далеких звездных систем доходит до нас за сотни миллионов световых лет. Это вовсе не значит, как часто думают, что мы наблюдаем звезды, может быть уже не существующие сейчас в действительности. Не стоит говорить, что «мы видим на небе то, чего в действительности уже нет». В самом деле, подавляющее большинство звезд изме-

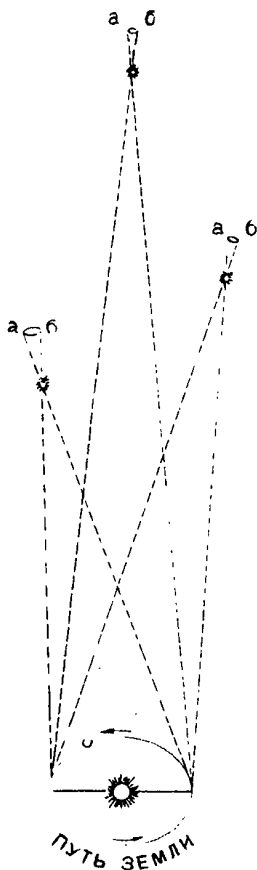
няется так медленно, что миллионы лет назад они были такими же, как сейчас, и даже видимые места их на небе меняются крайне медленно, хотя в пространстве звезды движутся быстро. Таким образом, звезды, какими мы их видим, в общем являются такими же и в настоящее время.

ДВИЖЕНИЕ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЕЗД

В отличие от блуждающих светил — планет, звезды созвездий некогда называли неподвижными. Между тем неподвижного в мире ничего быть не может. Чтобы заметить перемещение звезд на небе относительно друг друга, надо сравнивать точные определения их положения на небе, сделанные с промежутком времени в десятки лет. Невооруженным глазом они не заметны, и за историю человечества ни одно созвездие не изменило заметно своих очертаний.

Для большинства звезд никакого перемещения заметить не удастся, потому что они слишком далеки от нас. Всадник, скачущий карьером на горизонте, как нам кажется, почти стоит на месте, а черепаха, ползущая у наших ног, перемещается довольно заметно. Так и в случае звезд — мы легче замечаем движения ближайших к нам звезд.

Летающая звезда Барнарда — так назвали одну слабенькую звездочку, изученную Барнардом, за ее наиболее заметное среди звезд движение по небу — движется, если хотите, даже не черепашьюм шагом, а еще



Вследствие обращения Земли вокруг Солнца наблюдателю с нее кажется, что в течение года звезды описывают на небе замкнутые кривые линии *ab* тем меньших размеров, чем звезда дальше от Земли.

медленнее. За год она «пролетает» по небу дугу в $10''$, то-есть чтобы переместиться на видимую величину поперечника Луны ($0,5^\circ$), ей потребуется более сотни лет. Если ее сфотографировать большим московским астрографом, дающим крупный масштаб, то изменение за год ее положения среди звезд на фотографии составит меньше одного миллиметра. Однако по сравнению с другими звездами это действительно «летающая звезда».

Как ни ничтожны угловые перемещения звезд на небе, называемые собственными движениями, они соответствуют огромной скорости в пространстве, если вспомнить огромность расстояния, с которого мы их видим.

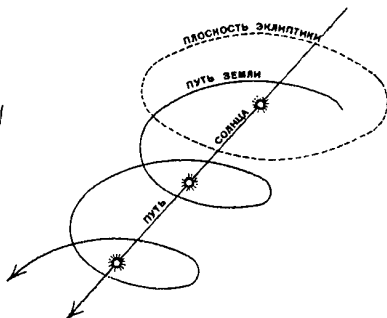
У нас есть еще другая возможность изучать движения звезд — по принципу Допплера: измеряя смещение линий в их спектрах. Скорости звезд, подробно изученные советским астрономом П. П. Паренаго, составляют обычно десятки километров в секунду. Наибольшую из них (583 км/сек) имеет одна слабая звезда в созвездии Голубя.

ПРАВИЛА ЗВЕЗДНОГО ДВИЖЕНИЯ

Первый вопрос, который сразу же встает при изучении движений звезд, — это вопрос, есть ли какая-нибудь закономерность в звездных движениях. Есть ли дороги в нашем звездном городе, по которым движется звездное население, регулируется ли как-либо это движение? Если такое регулирование есть, то роль милиционера в нем играет, конечно, закон всемирного тяготения. Некоторые группы звезд движутся в пространстве параллельно и с одинаковой скоростью, будучи связаны взаимным тяготением и общностью происхождения. Такова, например, группа слабых звезд вокруг Альдебарана в созвездии Тельца, называемая Гиадами. Такова группа из пяти ярких звезд Большой Медведицы, самой яркой звезды неба — Сириуса, а также некоторых других звезд, видимых в разных частях неба.

Кроме таких групповых движений, все звезды принимают участие в сложном вращении вокруг центра тяжести всей нашей звездной системы. Это движение изучалось астрономами П. Г. Куликовским в Москве, К. Ф. Огородниковым — в Ленинграде и другими.

Изучая эти средние систематические движения звезд, являющиеся отражением движения всей солнечной системы, мы приходим к заключению, что она со скоростью 20 км/сек несется в направлении созвездия Лиры. Это ее движение по отношению к сравнительно близким звездам, взятым в совокупности.



Так движение Земли вокруг Солнца, складываясь с движением солнечной системы в пространстве, дает движение по винтовой линии.

Оно сказывается в изменении видимого положения звезд, подобно тому как меняется для вас видимое положение коров в пасущемся стаде, если вы пойдете через него насквозь. Скорость солнечной системы в этом движении того же порядка, что и собственные скорости звезд. Нечего опасаться, что, летя к созвездию Лиры, мы «на него налетим и разобьем его в куски». Скорее можно было бы опасаться, что пуля, пущенная вверх, «в воздушный флот», разобьет его.

Созвездие Лиры — лишь направление, по которому видно множество звезд. Пространство между ними так же просторно, как и пространство между звездами, окружающими Солнце сейчас. Звезду от звезды отделяют световые годы. Если у вас есть охота, попробуйте подсчитать, через сколько лет мы приблизимся вдвое к яркой звезде Вега в созвездии Лиры, если до нее 25 световых лет, а наша скорость 20 км/сек.

Так постепенно удастся разобраться в кажущемся хаосе многочисленных движений звезд в нашей вселенной и уточнить картину, нарисованную поэтом:

Небесный свод, горящий славой звездной,
Тайнственно глядит из глубины.
И мы плывем, пылающе бездной
Со всех сторон окружены.

Тютчев

Где-то в море в ночной тьме тихо мерцает огонек, и если бывалый моряк не объяснит вам, что это, вы часто и не узнаете: то ли перед вами фонарик на носу проходящей шлюпки, то ли мощный прожектор далекого маяка.

В том же положении в темную ночь находимся и мы, глядя на мерцающие звезды. Их видимый блеск зависит и от их истинной силы света, называемой светимостью, и от их расстояния до нас. Только знание расстояния до звезды позволяет подсчитать ее светимость по сравнению с Солнцем. Так например, светимость звезды, в десять раз менее яркой в действительности, чем Солнце, выразится числом 0,1.

Истинную силу света звезды можно выразить еще иначе, вычислив, какой звездной величины она бы нам казалась, если бы она находилась от нас на стандартном расстоянии в 32,6 светового года, то-есть на таком, что свет, несущийся со скоростью 300 000 км/сек, прошел бы его за это время. Принять такое стандартное расстояние оказалось удобным для различных расчетов. Яркость звезды, как и всякого источника света, изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния. Этот закон позволяет вычислять абсолютные звездные величины или светимости звезд, зная расстояние до них.

Когда расстояния до звезд стали известны, то мы смогли вычислить их светимости, то-есть смогли как бы выстроить их в одну шеренгу и сравнивать друг с другом в одинаковых условиях. Надо сознаться, что результаты оказались поразительными, поскольку раньше предполагали, что все звезды «похожи на наше Солнце». Светимости звезд оказались поразительно разнообразными, и их в нашей шеренге не сравнить ни с какой шеренгой пионеров.

Приведем только крайние примеры светимости в мире звезд.

Самой слабой из известных долго являлась звезда, которая в 50 тысяч раз слабее Солнца, и ее абсолютная величина + 16,6. В 1944 году открыта звездочка еще в двадцать раз более слабая. Она в миллион раз слабее Солнца!

На другом краю шеренги звезд стоит δ Золотой Рыбы, видимая только в странах Южного полушария Земли как звездочка восьмой величины. В действительности она в 400 тысяч раз ярче Солнца, и ее абсолютная величина — 8,9. Абсолютная величина нашего Солнца равна +5, то-есть с расстояния в 32,6 светового года мы бы его плохо видели без бинокля.

Если яркость обычной свечи принять за яркость Солнца, то в сравнении с ней δ Золотой Рыбы будет мощным прожектором, а самая слабая звезда слабее самого жалкого светлячка.

Итак, звезды — это далекие солнца, но их сила света может быть совершенно иной, чем у нашего центрального светила. Менять наше Солнце на другое нужно было бы с оглядкой. От света одного мы ослепли бы, при свете другого бродили бы, как в сумерках.

СПЕКТРЫ — ПАСПОРТА ЗВЕЗД

Луч света, проходящий через стеклянную призму, отклоняется в сторону от основания призмы, то-есть преломляется, и после выхода из призмы идет уже по другому направлению. При этом лучи разного цвета преломляются различно. Из семи цветов радуги сильнее всего отклоняются световые лучи фиолетового цвета, в меньшей степени — синего, еще меньше — голубые лучи, затем — зеленые, желтые, оранжевые, меньше всего отклоняются красные лучи.

Свет распространяется волнами, и каждому оттенку и каждому цвету соответствует определенная длина волны световых колебаний.

Светящееся тело испускает разные лучи. Но так как они накладываются один на другой, то для глаза они сливаются в один цвет. Например, Солнце, как это мы видим, испускает лучи белого цвета, но если мы пропустим такой луч через призму и тем самым разложим его на составные части, то окажется, что белый цвет



Схема устройства спектроскопа.

луча сложный: он состоит из смеси всех цветов радуги. Смешав эти цвета вместе, мы опять получим белый цвет. Это напоминает такой всем известный опыт. Если изготовить волчок из кружка картона и, расчертив его на полосы, раскрасить их чистыми красками всех цветов радуги, а волчок быстро завертеть, то краски на нем для глаза сольются, и волчок покажется не пестрым, а серым. При надлежащем подборе красок можно получить и белый цвет кружка.

После того как мы рассказали о свойствах призмы, уже можно сказать, что такое спектр. Спектром называется луч какого-нибудь источника света, пропущенный через призму и разложенный ею на свои составные части. Кстати сказать, радуга ведь образуется вследствие преломления солнечного света в капельках воды, действующих в данном случае подобно призме. Поэтому радуга и есть спектр солнечного света, или, короче говоря, спектр Солнца.

Для того чтобы получить спектр в более чистом виде, ученые пользуются не простой стеклянной призмой, а специальным прибором — спектро스코пом.

Если мы осветим щель спектроскопа светящимися парами какого-нибудь вещества, то увидим, что спектр этого вещества состоит из нескольких цветных линий на темном фоне. Цвета линий для каждого вещества всегда одни и те же.

Изучая в лаборатории спектры различных химических элементов¹, мы можем записать, какие линии дает каждый элемент и какую яркость они имеют. А располагая таким списком линий при рассмотрении спектров разных веществ, мы сможем каждый раз точно определить, с каким же веществом мы имеем дело. Достаточно малейшей примеси какого-либо вещества в металлическом сплаве или в горной породе, и это вещество выдаст свое присутствие, заявит о себе цветным сигналом в спектре.

¹ И железо, и кислород, и ртуть принадлежат к числу так называемых химических элементов. Химическими элементами называются простейшие вещества, которые никакими химическими способами не могут быть разложены на составные части. Атом есть мельчайшая частица такого химического элемента, а молекула — мельчайшая частица химического соединения или соединения вместе нескольких атомов.

Смесь паров нескольких химических элементов, не образующих химического соединения, дает наложение их спектров один на другой. По таким спектрам мы и распознаем химический состав смеси. Если светятся не разложенные на свои составные части (на атомы) молекулы сложного химического вещества, то-есть химического соединения, то их спектр состоит из широких ярких цветных полос на темном фоне. Для всякого химического соединения эти полосы тоже всегда определенные, и мы их умеем распознавать.

Спектр в виде полосы, состоящей из всех цветов радуги, дают твердые, жидкие и раскаленные вещества, например нить электрической лампочки, расплавленный чугун и раскаленный прут железа. Такой же спектр дают огромные массы сжатого газа, из которого состоит Солнце.

Вскоре после того как в спектре Солнца были обнаружены темные линии, некоторые из ученых обратили внимание на такое явление: в желтой части этого спектра есть темная линия, которая имеет ту же длину волны, что и яркая желтая линия в спектре разреженных светящихся паров натрия. Что это означает?

Для выяснения вопроса ученые сделали опыт.

Был взят раскаленный кусок извести, дающий непрерывный спектр без всяких темных линий. Затем перед этим куском извести было помещено пламя газовой горелки, содержащей пары натрия. Тогда в непрерывном спектре, полученном от раскаленной извести (свет которой прошел через пламя горелки), появилась в желтой части темная линия. Стало ясно, что сравнительно более холодные пары натрия поглощают или задерживают лучи той же самой длины волны, какую эти пары сами по себе способны испускать.

Подобные опыты были повторены и с разными другими веществами. Таким образом было окончательно установлено следующее: светящиеся газы и пары поглощают свет тех самых длин волн, которые они сами способны испускать, будучи достаточно нагретыми.

Так вслед за первой тайной — причиной окрашивания пламени в тот или другой цвет парами определенных веществ — была раскрыта и вторая тайна: причина появления темных линий в солнечном спектре.

Очевидно, Солнце — раскаленное тело, испускающее белый свет, спектр которого непрерывен — окружено слоем более холодных, но все же раскаленных газов. Эти газы и образуют вокруг Солнца его оболочку, или атмосферу. А в этой атмосфере содержатся пары натрия, которые и поглощают из лучей солнечного спектра лучи с той самой длиной волны, которую натрий способен испускать. Поглощая, задерживая эти лучи, пары натрия создают в свете Солнца, прошедшем сквозь его атмосферу и дошедшем до нас, недостаток желтых лучей с этой длиной волны. Вот почему в соответствующем месте желтой части спектра Солнца мы находим темную линию.

Так, не побывав никогда на Солнце, находящемся от нас на расстоянии 150 миллионов километров, мы можем утверждать, что в составе солнечной атмосферы есть натрий.

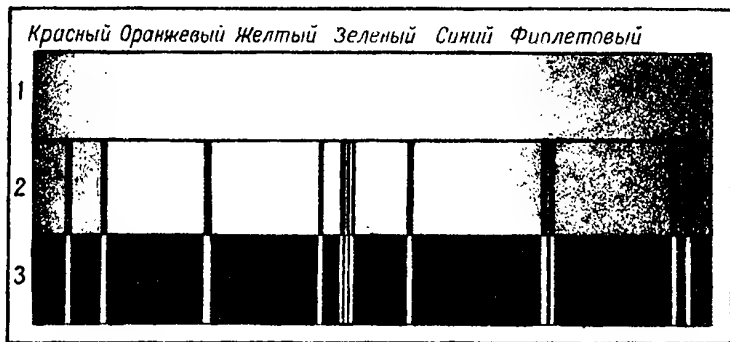
Таким же образом, определив длины волн других темных линий, видимых в спектре Солнца, и сравнив их с длинами волн ярких линий, испускаемых парами различных веществ и наблюдаемых в лаборатории, мы точно определим, какие еще другие химические элементы входят в состав солнечной атмосферы.

Именно по этому пути и пошли ученые. И они установили присутствие в солнечной атмосфере множества известных нам на Земле химических элементов. Среди них находятся газы — водород, азот; металлы — натрий, магний, алюминий, кальций, железо и многие другие. В 1942 году было обнаружено присутствие на Солнце золота, хотя и в небольшом количестве.

Спектры звезд, свет которых (собранный с помощью телескопа) тоже можно направить в спектроскоп, похожи на спектр Солнца. И по темным линиям их мы можем определить химический состав звездных атмосфер так же, как мы определили химический состав солнечной атмосферы по темным линиям спектра Солнца.

Таким путем ученые установили, что даже количественно химический состав атмосфер Солнца и звезд очень похож на количественный химический состав земной коры.

Самый легкий из всех газов, из всех химических элементов — водород — составляет на Солнце 42 процента по весу. На долю кислорода приходится 23 процента по



Виды спектров: 1 — непрерывный, в котором цвета переходят друг в друга, как в радуге; 2 — спектр поглощения: темные линии перебивают непрерывный спектр; 3 — спектр излучения из ярких цветных линий.

весу. Столько же приходится на долю всех металлов, вместе взятых. Углерод, азот и сера составляют вместе 6 процентов от состава солнечной атмосферы. И только 6 процентов приходится на все остальные элементы, вместе взятые.

Надо учесть, что атомы водорода легче всех остальных. Поэтому их число далеко превосходит число всех других атомов. Из каждой сотни атомов в атмосфере Солнца 90 атомов принадлежит водороду.

Спектры звезд — это их паспорта с описанием всех звездных примет, всех их физических свойств. Надо лишь уметь в этих паспортах разобраться. Много еще мы сумеем из них извлечь в будущем, но уже и сейчас мы читаем в них немало.

По спектру звезды мы можем узнать ее светимость (а следовательно, и расстояние до нее), температуру, размер, химический состав ее атмосферы (как качественный, так и количественный), скорость движения в пространстве, скорость ее вращения вокруг оси и даже то, нет ли вблизи нее другой невидимой звезды, вместе с которой она обращается вокруг их общего центра тяжести.

Спектральный анализ дает ученым также возможность определять скорость движения светил к нам или от

нас даже в тех случаях, когда эту скорость и вообще движение светил никакими другими способами обнаружить невозможно.

Если какой-нибудь источник колебаний, распространяющихся в виде волн, движется по отношению к нам, то, понятно, длина волны колебаний, воспринимаемая нами, меняется. Чем быстрее приближается к нам источник колебания, тем короче делается длина его волны. И наоборот, чем быстрее источник колебаний удаляется, тем длина волны по сравнению с той длиной волны, которую воспринял бы наблюдатель, неподвижный по отношению к источнику, увеличивается.

В качестве знакомого примера можно привести распространение звуковых волн, которые представляют собой колебательное движение молекул воздуха. Так называемая высота звука или высота данного тона зависит от длины волны звуковых колебаний. Чем короче длина волны звуковых колебаний, тем выше тон звука.

Легко заметить и такое явление. Когда вы стоите на полотне железной дороги и по направлению к вам быстро несется свистящий паровоз, то тон свистка повышается, а когда паровоз, промелькнув мимо вас, станет удаляться, тон понижается.

То же самое происходит и со светом, когда источник света — небесное светило — движется по отношению к нам. Когда светило приближается к нам, длина волны всех линий в его спектре становится короче. А когда источник света удаляется, то длина волны тех же самых линий становится больше. В соответствии с этим в первом случае линии спектра сдвигаются в сторону фиолетового конца спектра (то-есть в сторону коротких длин волн), а во втором случае они смещаются к красному концу спектра.

Установлено, что между величиной сдвига линий со своего нормального положения, то-есть между величиной изменения длины волны, и скоростью движения существует определенная зависимость. Благодаря этой закономерности мы можем, по данным об изменении длины волны линий в спектре небесных светил, определить скорость их движения к нам или от нас (в километрах в секунду).

Например, величина сдвига линий паров натрия в

спектре светила определяется путем сравнения их положения с положением, которое эти линии занимают в спектре паров натрия, находящихся в лаборатории и неподвижных относительно спектроскопа.

Заслуга проверки на опыте закона сдвига линий спектра при движении источника принадлежит крупнейшему советскому ученому — академику А. А. Белопольскому. После его опытов в лаборатории отпали все сомнения в справедливости этого закона, высказывавшиеся некоторыми зарубежными учеными.

Скорости движения звезд измеряются десятками и сотнями километров в секунду, но о движениях их мы уже говорили.

ТЕПЛОТА ЗВЕЗД

Если представляется загадочным, как можно определить расстояние до небесных светил, то еще более удивительно для многих, как это можно измерить температуру Солнца или звезд.

По мере того как железный гвоздь накаляется, в спектре его все более и более прибавляется коротковолновых лучей: после красных — желтые, потом зеленые, наконец синие. Чем ярче становится синяя часть спектра по сравнению с красной, тем более цвет раскаляемого предмета приближается к белому: из красного предмет становится оранжевым, потом желтым и, наконец, белым. Еще более накалившее тело приобретает голубоватый оттенок, потому что в его спектре синий конец становится уже ярче, чем красный, и, так сказать, пересиливает его.

Каждый из опыта знает, что по цвету раскаленного железа можно судить о степени его нагретости. А чтобы точно определить температуру тела, нужно изучить распределение яркости между различными участками его спектра. Чем выше температура тела, тем ближе к синему концу спектра находится самое яркое место в этом спектре.

Это явление дает возможность определять температуру плавки в доменной печи с помощью так называемых оптических пирометров. В качестве подобного пирометра можно применить и спектроскоп, имеющий приспособле-

ние для определения того, какое место в спектре света, испускаемого расплавленным металлом, наиболее яркое. Установив это место и пользуясь теорией испускания света, проверенной многочисленными опытами, можно точно высчитать температуру светящегося металла в доменной печи. Пирометр устанавливается на значительном расстоянии от печи так, чтобы в него попадал только свет, испускаемый расплавленным металлом, сам же пирометр при этом не накаляется.

Как видно, для определения температуры плавки вовсе незначительно залезать внутрь печи или помещать в нее какой-нибудь термометр.

Точно так же путем изучения распределения яркости в спектре звезд мы узнали их температуру.

Звезды красного цвета — самые «холодные». Они нагреты до 3 тысяч градусов, что примерно равняется температуре в пламени вольтовой дуги (то-есть в пламени, образующемся между двумя углями, к которым подведен сильный электрический ток).

Температура желтых звезд составляет 6 тысяч градусов. Такова же температура поверхности нашего Солнца, которое тоже относится к разряду желтых звезд. Температуру в 6 тысяч градусов наша техника пока не может искусственно создать на Земле¹.

Белые звезды еще более горячие. Температура их составляет от 10 до 20 тысяч градусов.

Наконец, самыми горячими среди известных нам звезд являются голубоватые, раскаленные до 30, а в некоторых случаях даже до 100 тысяч градусов.

В недрах звезд температура должна быть значительно выше. Определить ее точно мы не можем, потому что свет из глубины звезд до нас не доходит: свет звезд, наблюдаемый нами, излучается их поверхностью. Можно говорить лишь о научных расчетах, о том, что температура внутри Солнца и звезд составляет примерно 20 миллионов градусов.

¹ В 1920 году пропусканием мощного электрического тока через короткую тонкую проволоку удалось получить на долю секунды температуру около 20 тысяч градусов. Еще гораздо выше, но лишь на мгновение, поднимается температура при атомном взрыве.

Несмотря на раскаленность звезд, нас достигает лишь ничтожная доля испускаемого ими тепла — так далеки от нас звезды. Больше всего тепла доходит к нам от яркой красной звезды Бетельгейзе в созвездии Ориона: меньше одной десятой от миллиардной доли малой калории¹ на квадратный сантиметр за минуту. Собирая с помощью 2½-метрового вогнутого зеркала это тепло, в течение года мы бы могли нагреть им наперсток воды всего лишь на два градуса!

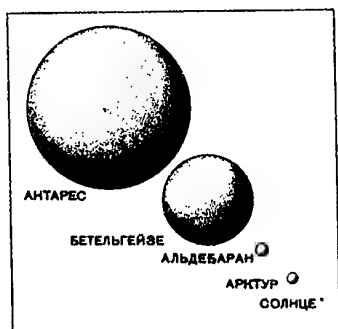
ГИГАНТЫ И КАРЛИКИ ЗВЕЗДНОГО МИРА

Как снять мерку со звезды, если даже в самый мощный телескоп ее диска не видно — так мал его угловой диаметр! Даже в 2½-метровый телескоп все звезды видны, как точки. Тут нам опять помогает физика. Физика умеет вычислить полную энергию, испускаемую одним квадратным сантиметром поверхности. Она пропорциональна четвертой степени температуры тела. Если мы разделим определенную таким образом полную энергию, испускаемую звездой, на энергию, испускаемую 1 квадратным сантиметром ее поверхности, то мы получим, очевидно, величину поверхности звезды. Звезда — шар, и, зная ее поверхность, каждый школьник сможет уже вычислить ее диаметр.

Как Земля среди планет, так и Солнце среди звезд ничем особенным не выделяется. Мы бы не узнали его среди миллионов подобных ему солнц, рассеянных в нашей звездной системе, если бы были от него на расстоянии ближайших к нам звезд.

Из известных звезд наибольшей является звезда VV в созвездии Цефея. Она больше Солнца по диаметру в 1100 раз. Есть звезды, которые много меньше Солнца, и их еще больше, чем звезд, подобных нашему Солнцу. Это звезды-карлики, к которым принадлежит и Солнце. И самые крупные звезды и самые мелкие красного цвета принадлежат к наиболее холодным. Но еще меньше, чем эти красные карлики, как их называют, белые звезды-карлики.

¹ Малая калория — это количество тепла, способное нагреть 1 кубический сантиметр воды на 1 градус.



Размеры гигантских звезд в сравнении с Солнцем.

По своим размерам белые звезды-карлики являются наименьшими из звезд. Их размеры сравнимы с размерами планет, а иногда бывают даже меньше, чем Земля. Примером белого карлика является спутник Сириуса. Эта слабая звезда обращается около Сириуса подобно планете, однако ее масса почти равна массе Солнца, и она излучает собственный свет.

Средняя плотность белых звезд-карликов необычайно высока: она в тысячи раз превосходит плотность воды. Плотность одной белой звезды-карлика так велика, что если бы ее веществом наполнить наперсток, он смог бы уравновесить паровоз (плотность 50 тонн на кубический сантиметр).

На Земле мы не знаем веществ, которые имели бы такую чудовищно большую плотность. Между тем белые карлики состоят из атомов тех же самых химических элементов, из которых состоит Земля. Решение этой загадки дает знание строения атомов вещества и физических условий внутри звезд.

Атомы химических элементов являются сложными системами, состоящими из ядер с обращающимися вокруг них электронами. Почти вся масса атома сосредоточена в его ядре, а размер атома определяется размерами орбиты электрона, наиболее далекого от ядра. Эти размеры атомов определяют предел, до которого могут быть сближены атомы действием давления. В недрах белых звезд-карликов господствуют чудовищно высокие температуры и давления. Под действием высокой температуры электроны отрываются от своих атомов, и от последних остаются только их ядра, размеры которых очень малы в сравнении с размерами орбит электронов. Поэтому под действием огромных давлений уменьшенные в размерах атомы могут быть сближены гораздо сильнее, в результате чего получается чрезвычайно плотное вещество. На

Земле нет ни столь высоких температур, ни столь высоких давлений, которые могли бы привести вещество в такое состояние.

На примере изучения белых звезд-карликов мы видим, как астрономия обогащает наши физические знания в области строения вещества.

ЗВЕЗДНЫЕ ПАРЫ И ТРОЙКИ

Уединение звезд, их обособленность друг от друга нельзя назвать правилом. Многие из них образуют пары, называемые двойными звездами. Они обращаются около их общего центра тяжести под действием взаимного тяготения. Бывает, правда, что иногда две звезды в телескоп случайно видны близко друг к другу, тогда как в действительности в пространстве они совершенно не связаны между собой. Это так называемые оптические двойные звезды. В большинстве же случаев мы имеем дело с физически двойными звездами, то-есть тяготеющими друг к другу. Множество таких звезд открыли и изучили в прошлом столетии русские ученые В. Я. и О. В. Струве.

Среди них мы встречаем такие пары, которые напоминают двух близнецов, настолько составляющие их звезды похожи во всем друг на друга. Встречаются пары звезд, похожие и на карикатуру, где неразлучны между собой слон и моська. Обычно в таких случаях слон — огромная яркая, но холодная красная звезда, а моська, его спутник, — маленькая, горячая и голубоватая.

Представьте себе, что мы — жители планеты, которая, может быть, обращается вокруг одной из таких звезд. Какие изумительные картины разворачиваются там, на небе! Из-за горизонта встает, например, красный громадный круг Солнца, в сотни раз больший видимого поперечника нашего Солнца. За ним поднимается маленькое голубоватое Солнце и постепенно исчезает за массивной спиной своего соседа, чтобы потом снова из-за нее вынырнуть. Или же там настает день, залитый красным светом, как у нас на закате Солнца, а вместо ночи затем наступает голубой день. Может быть, иногда голубое Солнце проходит перед красным и сияет, как голубой бенгальский огонь на красном фоне.

А что можно увидеть в системе существующих тройных и даже четверных звезд, где одна из звезд или две являются сами системами двойных солнц разного размера и цвета! Какие причудливые комбинации солнц и какая игра красок там должны быть, как сложно там меняются ночи и дни с разным числом солнц на небе, дни, длящиеся иногда годами и, может быть, даже никогда не переходящие в ночь!..

«ДЬЯВОЛЬСКИЕ» ЗВЕЗДЫ

Первую «дьявольскую» звезду открыли арабы. Это была Бэта Персея, которую они, собственно говоря, называли просто Дьяволом (Эль-Гуль). Искаженные европейцами, это слово превратилось в Алголь. Звезда поразила их тем, что, будучи обычно около второй звездной величины, она вдруг ослабевала почти до четвертой — она менялась на небесах (считавшихся неизменными), на небесах, где живет Аллах! Чем может быть такая звезда, как не звездой дьявола, если не им самим!

Два дня 11 часов звезда остается постоянной яркости, а затем в течение пяти часов теряет $\frac{3}{4}$ своего блеска, с тем чтобы через пять часов снова к ней вернуться.

Кривая изменения блеска Алголя в зависимости от времени изображена на графике.

Странное и упорное поведение дьявольской звезды было объяснено тем, что тут, собственно, не одна звезда, а две, но одна гораздо ярче другой. Они обращаются друг около друга по орбите так, что по временам менее яркая частично закрывает от нас более яркую, производя периодические затмения.

Было открыто много других двойных звезд этого же типа, названных затменно-двойными или алголями.

Изучение кривых изменения их блеска в совокупности со спектральными данными позволяет изучить эти звезды так подробно и точно, как это нельзя сделать ни в каком другом случае. Поэтому дьявольские звезды среди всех звезд для нас наименее загадочны, и дьявольского в них не остается для нас ничего, кроме разве «дьявольски» подробной их изученности.

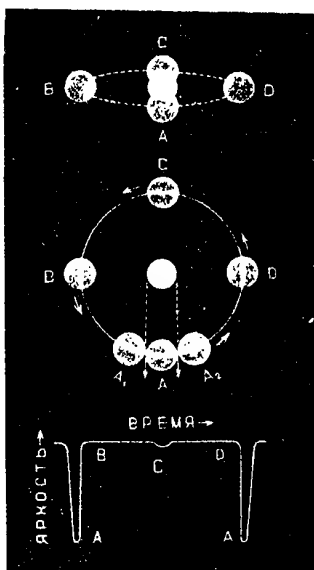
В итоге мы находим их форму и размеры по сравнению с Солнцем, размеры и форму орбиты и ее положение в пространстве, светимость звезд и их температуру, массы и характер затмений, а сверх того, иногда можем изучить строение их атмосфер почти так же подробно, как у Солнца, хотя в телескоп эти звезды по виду ничем не отличаются от любых других звезд и кажутся такими же светлыми точками.

Такие звездные пары подробно изучены в Казани профессором Д. Я. Мартыновым, в Пулкове — В. А. Кратом и в Одессе — В. П. Цесевичем.

МАЯКИ ВСЕЛЕННОЙ — ЦЕФЕИДЫ

Периодические изменения блеска наблюдаются не только у алголей, но и у других звезд, называемых переменными. Среди них особенно упорно сопротивлялись попыткам разгадать их природу цефеиды, названные так по типичной своей представительнице — Дельте Цефея.

Строго периодически, с периодом в 5 дней 10 часов 48 минут, ее блеск сначала увеличивается на 0,75 звездной величины, а затем более медленно ослабевает. Выяснилось также, что по мере приближения к максимуму яркости температура звезды становится все выше, цвет все белее. У самой Дельты Цефея температура меняется в пределах 800 градусов.



В системе двух звезд Алголя менее яркая звезда, обращаясь вокруг более яркой, по временам частично затмевает ее (в положении А). В середине это показано в плане. Внизу — кривая, представляющая соответствующее изменение видимого блеска системы Алголя с течением времени.

Ясно, что изменения яркости цефеид вызваны не геометрическими причинами, как, например, затмениями одной звезды другою, а физическими причинами. Физические характеристики самой звезды, действительно, периодически меняются, отчего меняется и излучение ею энергии, в том числе световой. Параллельно с изменением блеска происходит и периодическое колебание лучевой скорости цефеид. Изменения блеска их невелики и не превосходят полутора звездных величин.

Все эти изменения удовлетворительно объясняются, если рассматривать цефеиды как пульсирующие звезды. Как надувные мячики из тонкой резины, они то увеличиваются в размере, то уменьшаются. Движение их поверхности при этой пульсации то к нам, то от нас и создает колебания лучевой скорости. Однако температура звезды при сжатии, в соответствии с законами физики, повышается, отчего общая яркость звезды все-таки повышается, несмотря на ее уменьшившуюся поверхность.

Вероятно, цефеиды — это неустойчивые звезды, у которых однажды случившийся в них толчок за счет внутренних сил вызывает колебания, подобные колебаниям маятника. С течением времени возникшие в звезде пульсации должны ослабеть и затухнуть.

ДРУГИЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Кроме цефеид, накопилось много других звезд, зачисленных в разряд физических переменных. У них всех, кроме блеска, меняется так или иначе спектр, что и указывает на изменение физических свойств этих звезд. Однако у одних, как и у цефеид, блеск меняется периодически, хотя и не так правильно, у других же изменения блеска полуправильны или даже совершенно неправильны.

Советские любители астрономии, в частности школьники, наблюдая переменные звезды, активно помогают науке.

Наиболее интересную группу представляют долгопериодические переменные звезды. Их периоды больше 100 дней, но не более 700 дней. От максимума до мак-

симума блеска у них проходит не всегда одно и то же число дней; несколько меняются и форма кривой блеска и яркость в максимуме. Изменение блеска почти у всех них составляет несколько звездных величин, то-есть громадное. Блеск меняется иногда в несколько тысяч раз. Их называют еще миридами — по имени Мира («удивительная»), которое дали звезде Омикрон Кита. В наибольшем блеске она хорошо видна глазом, будучи третьей, четвертой, а иногда даже второй величины. Через 330 дней она достигает минимума — девятой звездной величины, когда ее видно лишь в телескоп. От максимума до максимума иногда проходит и меньше времени — до 320 дней, а иногда и больше — до 370 дней.

Повидимому, причина изменения блеска мирид вызвана, как и у цефеид, пульсацией, но менее правильной и осложненной как колебаниями прозрачности их атмосфер, так и периодическими извержениями горячих газов из недр звезд на поверхность.

Остальные физические переменные звезды также являются все красными гигантами и даже сверхгигантами с неправильными, непериодическими колебаниями блеска. Несмотря на эту неправильность, их можно разбить на ряд групп, отличающихся характером этой неправильности.

У одних звезд все время происходят мелкие неправильные колебания блеска. У других он долгое время почти не меняется и лишь иногда, неожиданно, но не надолго, ослабевает. У третьих время от времени бывают неправильные вспышки. Есть звезды, у которых по временам, иногда надолго, появляется какое-то подобие периодичности. Причины всех этих колебаний блеска нам пока еще не вполне ясны.

ВЗРЫВАЮЩИЕСЯ ЗВЕЗДЫ

Еще во II веке до нашей эры великий ученый древности Гиппарх заметил в Скорпионе яркую звезду, которой здесь никогда не видел ни он, ни его предшественники.

Новая звезда, появившаяся в Скорпионе, проблистала недолго и, угаснув, скрылась из глаз. Гиппарх решил предпринять перепись звезд на всем небе, записать точно

их места и яркость, чтобы потомки могли следить за тем, не появятся ли опять на небе новые звезды и не исчезают ли иногда давно известные.

Случаи, подобные наблюдаемому Гиппархом, замечались и впоследствии. Их отмечали китайские и иные летописи.

И во всех случаях конец был один: внезапно вспыхнувшая звезда — это новое светило — оказывалась недолговечной и через несколько месяцев исчезала, ослабевая с каждым днем.

Современные методы изучения звезд позволили в значительной мере разоблачить тайну вспышек новых звезд, из которых последние, светившие некоторое время как звезды первой величины, наблюдались в 1918 году.

Многие новые звезды были открыты не специалистами, а астрономами-любителями. Например, Новую Живописца 1925 года открыл почтальон, Новую Персея 1901 года — киевский гимназист, и т. д.

Коллекции фотографий неба, хранящиеся на обсерваториях (так называемые стеклянные библиотеки, потому что они состояются из стеклянных негативов), помогли установить следующий факт: новые звезды вовсе не новые... Они существовали и раньше, но как незаметные слабые звездочки. Когда мы замечаем яркую новую звезду, то в действительности оказывается, что это одна из слабых звездочек внезапно так усилилась в блеске. Вспышка происходит чрезвычайно быстро, обычно дня за два. За два дня звезда становится ярче на 11 звездных величин, а иногда даже на 14 звездных величин. Это соответствует увеличению блеска в 25—400 тысяч раз. Если изображать яркость новой звезды столбиком соответствующей высоты и принять, что до вспышки это был столбик в 1 сантиметр высотой, то яркость в максимальном блеске представится столбиком до 4 километров высотой. Чтобы достать до верхушки этого столбика, придется подняться на самолете; она будет выше большинства облаков и почти вровень с высочайшими вершинами Альп и Кавказа.

Иначе говоря, вспышка новой звезды равносильна тому, как если бы свеча, горящая у вас на столе, засверкала, как прожектор. Конечно, тут надо еще иметь



Тихо Браге, обнаружив на небе новую звезду, обращает на нее внимание суеверных жителей.

в виду масштаб явления. Звезда, как бы она ни казалась слаба до вспышки, все же звезда, а не свечка. Мало того, установлено, что светимость новых звезд (за которыми это название так и сохранилось) до вспышки того же порядка, что и Солнца. Представьте себе, что наше Солнце вздумало бы так вспыхнуть! Если бы его энергия увеличилась в десятки тысяч раз, мы бы не только ослепли, но и сгорели бы.

Сразу же после того, как новая звезда достигла максимума блеска, яркость ее начинает спадать — сначала быстро, потом все медленнее, и через несколько лет звезда по яркости становится такой же, какой она была до вспышки.

Внезапное увеличение яркости звезды вызвано внезапным увеличением размеров звездных покровов, или оболочек. Ее наружные слои вместе с фотосферой, обращаящим слоем и хромосферой раздуваются, как мыльный пузырь. Они несутся во все стороны от центра со скоростью сотен километров в секунду.

Итак, в момент максимума блеска звезда, вздуваясь, как мыльный пузырь, сбрасывает с себя свои покровы. Эти покровы, удаляясь от звезды и расширяясь, становятся все разреженнее и прозрачнее, и сквозь них проглядывает обнаженная звезда.

Последите за новой звездой через несколько лет после вспышки в большой телескоп. К этому времени ослабевшая в яркости, но расширившаяся оболочка новой звезды становится достаточно велика, чтобы ее можно было видеть непосредственно в телескоп даже на том огромном расстоянии, на каком мы от нее находимся. Такие туманные оболочки мы, действительно, видим теперь вокруг новых звезд, вспыхивавших в 1901 году (в Персее), в 1918 году (в Орле), в 1925 году (в Живописце), в 1934 году (в Геркулесе). Из года в год мы измеряем непрерывное увеличение их размеров.

Сначала такая туманность имеет вид крохотного пятнышка, потом пятнышко увеличивается и превращается в колечко, в центре которого видна слабенькая звездочка — бывшая «новая». Подсчеты показывают, что покровы, сброшенные звездой, весят в десять или сто тысяч раз меньше, чем Солнце, и состоят из водорода, гелия, азота, углерода, кислорода и других газов.

И видом, и химическим составом, и физическим состоянием газовые туманности, образованные новыми звездами, похожи на встречаемые кое-где на небе маленькие туманности, неудачно названные когда-то планетарными за их внешнее сходство с зеленоватыми слабо светящимися дисками планет Урана и Нептуна.

Почему новые звезды сбрасывают свои покрывала? Со всякой ли звездой это может случиться? Не может ли это случиться с Солнцем? Меняются ли физиономия и «нутро» звезды после сбрасывания покрывала?

Увы, увы, все эти вопросы упираются в незнание точного спектра новой звезды до ее вспышки. Ах, если бы мы знали заранее, какая из слабых звездочек вскоре вспыхнет как новая! Мы бы заранее сняли ее спектр; сфотографировать же «впрок», на всякий случай спектры сотен тысяч слабых звезд невозможно. Не зная же спектра новой звезды до вспышки, мы ничего не можем сказать и о ее физическом состоянии до катастрофы.

Все же есть данные, позволяющие сделать некоторые выводы. Оказывается, что и до и после вспышки многие новые звезды в небольших пределах неправильно меняют свою яркость. Солнце так себя не ведет. Есть звезды, названные автором этой книжки новоподобными. Он обратил внимание на тождественность их спектров до и после вспышки. Ничто не мешает предположить, что то же имеет место и для новых звезд. От них новоподобные звезды отличаются лишь меньшим масштабом явлений, которые в остальном совершенно такие же, как у новых звезд. Кроме того, у некоторых новоподобных звезд наблюдалось по две и даже по три вспышки, разделенные промежутком времени в несколько десятков лет. У них можно ожидать повторения вспышек примерно через три тысячи лет.

Повторение вспышек с такой частотой у некоторых звезд вполне может обеспечить наблюдаемую ежегодную частоту вспышек звезд в Галактике. Уже это, а также предполагаемый спектр новых звезд до вспышки (правильнее, пожалуй, было бы сказать — между вспышками), характеризующий их как очень горячие звезды, исключают возможность вспышки Солнца.

Вся совокупность наших сведений о новых и новоподобных звездах отрицает мысль, что причиной вспышек

могут быть столкновения звезд друг с другом или падения планет на звезды. Первые если и бывают в Галактике, то слишком редко.

Причина вспышек новых и новоподобных звезд должна быть в них самих, и теория внутреннего строения звезд приводит к выводу, что при известных условиях в процессе развития звезды в ней может наступить состояние неустойчивости. Малейший перевес силы лучевого давления поведет тогда к срыву наружных слоев звезды.

Автор этой книжки полагает, что вспышки происходят у звезд с довольно высокой температурой и средней светимостью. В такое состояние приходит только небольшое число обычных звезд, а если и большинство, то в этой фазе своей эволюции они находятся сравнительно недолго. Эти звезды неустойчивы и время от времени сбрасывают свои внешние слои до тех пор, пока благодаря этому звезда не приобретет устойчивость окончательно. После каждой вспышки звезда несколько сжимается и, в конце концов, сжавшись и несколько охладившись, переходит в состояние белого карлика.

Это показывает, что вспыхивающие звезды резко отличаются от нашего Солнца: они гораздо горячее его и значительно более плотны. Таким образом, вспышки и выбрасывания газов происходят только у некоторого определенного класса звезд, к которому Солнце не принадлежит. Некоторые буржуазные ученые, выполняя заказ своих хозяев-капиталистов, пытаются отвлечь внимание широких трудящихся масс от решения ими социальных вопросов угрозами, что наше Солнце якобы может вспыхнуть, как новая звезда. Советские ученые, как мы видим, опровергли эти измышления.

САМЫЕ ЗАГАДОЧНЫЕ ИЗ ЗВЕЗД

Если собрать лучших писателей-фантастов и сказочников всего мира и предложить им выдумать что-либо совершенно невероятное, то, наверное, ни один из них не придумает ничего более невероятного, чем то, что мы сейчас опишем. Но это не фантазия, не сказка, а быль, происходящая на наших глазах. Чудеса и «чудеса

в решетке» природа демонстрирует вокруг нас постоянно, мы являемся их свидетелями, но зачастую не понимаем или понимаем лишь гораздо позднее, какое чудо природы было перед нами. Читатели книг по астрономии, может быть, уже привыкли к кажущимся невероятными расстояниям в тысячи световых лет, к планетам, совершенно не похожим на Землю, к компаниям цветных Солнц, в тысячи раз более ярких, чем наше. Не только у них, но и у бывалых астрономов-специалистов начинает кружиться голова, когда они задумываются над тем, о чем сейчас будет речь. Невероятность и в то же время достоверность этих явлений стали нам ясны всего лишь за несколько последних лет, но свидетелями их были многие люди с давних пор. Был их свидетелем и китайский летописец Мин Туань-линь. 4 июля 1054 года он записал:

«В первый год периода Чи-хо, в пятую Луну, в день Чи-чу появилась звезда-гостья к юго-востоку от звезды Тиен-Куан и исчезла более чем через год».

Собрат же Мин Туань-линь записал:

«Она была видна днем, как Венера, лучи света исходили из нее во все стороны, и цвет ее был красноватобелый. Так была видна она 23 дня».

Подобные же скупые записи сделали японские летописцы и арабские очевидцы. Их разыскал и прочитал в 1942 году голландский ориенталист Дайвендак.

Немало подобных записей, хотя и не о столь ярких звездах-гостях, то-есть, повидимому, о новых звездах, найдено в старых летописях. Но вот почти через тысячу лет после смерти Мин Туань-линь астрономы изучили подробно необычайную туманность, видимую в телескоп к юго-востоку от китайской звезды Тиен-Куан. Мы называем ее Дзетой Тельца, а туманность за ее своеобразную форму наблюдатели прозвали крабовидной. Как краб туманных очертаний, мерцает свет этого слабого пятнышка, и в его центре на фотографиях видны две звездочки шестнадцатой звездной величины, то-есть в 10 тысяч раз более слабые, чем звезды, едва видимые невооруженным глазом в темную, безлунную ночь.

От всех других туманных пятен, десятками тысяч видимых на небе, крабовидную туманность отличают две особенности. Во-первых, сравнение фотографий ее, сде-

ланных с промежутком времени в 30 лет, позволило в 1942 году подтвердить обнаруженный ранее факт: туманность заметно расширяется во все стороны от своего центра, занятого двумя звездочками. Во-вторых, вид спектральных линий показывает, что туманность расширяется со скоростью 1300 км/сек, то-есть раз в сто большей, чем у других газовых туманностей, также обнаруживающих расширение.

Сопоставляя видимую угловую скорость расширения туманности с его линейной скоростью, определенной по спектру, мы узнаем расстояние до туманности (4100 световых лет), а отсюда и светимость двух звездочек в ее центре (она та же, что у Солнца). Туманность огромна, свет от одного ее края до другого идет шесть лет, тогда как диаметр орбиты Плутона в солнечной системе он пересекает за одиннадцать часов.

Зная скорость видимого углового расширения туманности, можно подсчитать, когда же все ее вещество было сосредоточено в одном месте — там, в центре, где видны две звездочки. И что же оказывается? Это было около восьмисот лет назад, то-есть примерно в то время, когда китайские летописцы видели вблизи этого же места свою «звезду-гостью».

Может ли это быть простым совпадением? Может ли быть, чтобы такая исключительная туманность случайно возникла в то время и в том месте, где сияла исключительная новая звезда? Последние сомнения отпали бы, если бы место звезды на небе китайцы определили с современной точностью и если бы момент начала расширения туманности мы теперь могли установить с точностью до года.

Не оставила ли вместо себя после вспышки эта звезда крабовидную туманность и одну из слабых звездочек, видимых сейчас в ее центре? Для создания такой колоссальной туманности, массу которой оценивают в 15 солнечных масс, должна была произойти катастрофа, по своей грандиозности далеко превышающая те, которые бывают у обычных новых звезд.

По этому поводу предоставим слово наблюдателям из совсем другой области — наблюдателям далеких звездных систем, лежащих на расстоянии миллионов световых лет от нашей звездной системы. За последнее

десятилетие определенно установлено, что в них, в среднем раз за 300—400 лет в каждой, вспыхивают звезды, названные сверхновыми. Несколько ночей наблюдения над ними говорят о более невероятном, чем 1001 ночь Шехерезады.

Внезапно появившаяся в какой-нибудь звездной системе сверхновая звезда в своем наибольшем блеске светит так же, как все остальные звезды этой системы, вместе взятые, а иногда даже и затмевает их своим блеском. Иначе говоря, в течение нескольких дней сверхновая звезда светит так же, как сто миллионов солнц. Сто миллионов солнц, как бы слитые в одной звезде, в одном солнце! Вот какие бывают сверхновые, или, если хотите, сверхзвезды, сверхсолнца!

Перед ними меркнут все известные нам звезды, названные гигантами и сверхгигантами. Сверхновые звезды ярче обычных новых звезд примерно настолько же, насколько обычные новые бывают ярче звезд, наиболее часто встречающихся во вселенной. Как все это ни невероятно, но это — наблюдаемый факт, а с фактами, как известно, не спорят.

Спектр сверхновых звезд в наибольшем блеске не содержит заметных линий — ни темных, ни ярких. Последние потом появляются; они необычайной ширины, свидетельствующей о выбросе газов со скоростью около 6000 км/сек, но какие это газы, пока не совсем ясно.

«Сверхновая сверхзвезда, из чего ты возникла и во что ты превращаешься, когда угасаешь?» задаем вопрос мы, но ответа не имеем. Если таким блеском могут засверкать солнца, подобные нашему, или если в звездах, подобные Солнцу, превращается сверхновая звезда, бывшая раньше чем-то другим, то увидеть их пока что невозможно: звездные системы, в которых наблюдаются вспышки сверхновых звезд, слишком далеки от нас, чтобы современными средствами наблюдения можно было обнаружить в них звезду типа Солнца. Солнце, если бы оно находилось даже в ближайшей к нам другой звездной системе, светило бы в несколько сот раз слабее, чем самые слабые звезды, различимые в ней в настоящее время. Из наблюдения сверхновых звезд в других звездных системах, в чудовищной дали, их прошлое и будущее установить нельзя. Надо, чтобы сверхновая

вспыхнула к нам поближе. К сожалению, с тех пор как астрономы стали этим интересоваться, ни одного такого случая не было. Однако, если допустить, что звездатость 1054 года была причиной возникновения крабовидной туманности и, следовательно, находилась на том же расстоянии от нас, то получается, что ее блеск был такой же, как у сверхновых звезд. Это была «наша собственная», «домашняя» сверхновая звезда.

В 1942 году исследовали спектры двух звезд, находящихся в крабовидной туманности. У одной из них спектр оказался примерно таким же, как у Солнца. Вероятно, она гораздо ближе к нам, чем туманность, и лишь случайно на нее проецируется. У другой же звезды в спектре никаких линий не заметно, но распределение энергии в нем указывает на очень высокую температуру. По яркости туманности в сравнении со звездочкой (первая из них ярче в 500 раз, так что туманность не может светиться отраженным от нее светом) можно оценить температуру звезды. Автор этой книжки оценил ее в 140 тысяч градусов. Минковский другим методом оценивает ее даже в 500 тысяч градусов. Так или иначе, это самая горячая из всех известных звезд, и, вероятно, она-то и является тем, что осталось от недолговечной сверхзвезды. Если это действительно так, то можно прийти к следующим выводам о ее физическом строении. Выводы эти кажутся прямо фантастическими, но они будут еще более фантастическими, если окажется, что бывшая сверхновая — не эта звездочка, а какая-нибудь другая, еще более слабая и пока невидимая.

В наибольшем блеске сверхновая звезда должна быть сверхзвездой — не только сверхяркой, но и сверхгромадной. Она должна быть в тысячи раз больше Солнца по диаметру, размером во всю солнечную систему. После вспышки же, судя по ядру крабовидной туманности, она в 50 раз меньше Солнца, то-есть лишь вдвое больше Земли, и ее средняя плотность должна составлять около $300\,000\text{ г/см}^3$.

Наперсток с веществом этой звезды будет весить 300 килограммов и потребует для перевозки грузовик; правда, дно грузовика от такого давления проломится.

Здесь кончается то, что можно вывести из наблюде-

ний, так как если после вспышки от сверхновой осталось что-либо подобное звезде (вся целиком звезда разрушиться не могла), то оно будет невидимо нам из-за своей слабой яркости.

Пока же отметим, что крабовидная туманность особенно сильно излучает красные лучи, обязанные некоторым линиям спектра азота. Это заставило поискать подтверждения тому, что яркая новая звезда, наблюдавшаяся Кеплером в 1604 году в созвездии Змеедержца, тоже была сверхновой. Окрестности места, указанного Кеплером, в 1943 году были сфотографированы на пластинках, чувствительных к красным лучам, и на снимке обнаружилась невидимая ранее слабая туманность. Спектр ее оказался похожим на спектр крабовидной туманности, и центр ее совпал с местом вспышки новой звезды Кеплера. В центре туманности нет звезд ярче $18\frac{1}{2}$ -звездной величины.

Повидимому, звезда Кеплера, а также новая звезда, бывшая ярче Венеры и наблюдавшаяся даже днем Тихо Браге в 1572 году в созвездии Кассиопеи, были тоже сверхновыми звездами, вспыхнувшими в нашей Галактике.

Изучение сверхновых звезд насчитывает всего лишь десятков лет. Вероятно, в скором времени природа сверхновых звезд, их загадочные возникновения и конец будут выяснены уже значительно лучше, чем теперь.

ЧЕМ ЖИВУТ ЗВЕЗДЫ

«Мы едим, чтобы жить», говорит пословица. Усвоение пищи сообщает живым существам энергию, которую они и расходуют в движении. Всякая машина для работы требует, чтобы ее чем-либо питали. Станки пожирают электроэнергию, электростанции пожирают уголь — окаменелые растения далекого прошлого; эти растения пожирали солнечное тепло и свет. Но что же пожирает само Солнце? За счет чего звезды расходуют такие чудовищные количества энергии? Она должна пополняться, ибо в природе «вечного двигателя» нет и быть не может, чего, к сожалению, не знают до сих пор некоторые горе-изобретатели.

Если бы Солнце состояло из лучшего донецкого угля и горело, то, получай оно для этого в достаточном количестве кислород, оно сгорело бы целиком примерно за 1500 лет.

Некогда существовало мнение, что энергия Солнца поддерживается падением на него метеоритов. Их энергия превращается при падении в теплоту, поддерживающую излучение Солнца. Такой способ питания помог бы Солнцу не больше, чем нам, если бы мы вздумали вскипятить бочку воды, ставя на ее крышку горячие утюги.

Кроме того, метеоритов должно было бы сыпаться на Солнце невероятно много, и они так быстро увеличивали бы массу Солнца, что это было бы заметно.

Энергия должна в Солнце поступать изнутри к поверхности, как это показывают нам теперь все данные о природе Солнца.

Энергия Солнца могла бы пополняться за счет его сжатия, уменьшения в размерах. При этом энергия тяготения к центру переходила бы в энергию тепловую. Вычислено, что если бы даже Солнце было некогда бесконечно большим, то и в этом случае его сжатия до современного размера хватило бы на поддержание его энергии всего лишь в течение 20 миллионов лет. Между тем доказано, что земная кора существует и освещается Солнцем гораздо дольше. Сжатие может иметь и наверное имеет место, но не оно служит главным источником солнечной энергии.

Не состоят ли недра звезд из радиоактивных элементов, таких, как торий, уран и радий? Распадаясь, эти элементы выделяют теплоту. Если бы Солнце целиком состояло из радия (а надо сказать, что на Земле его всего-навсего добыто в чистом виде из горных пород пока еще только несколько граммов), то оно излучало бы больше энергии, чем действительное Солнце. Но при большой начальной расточительности, неизбежной при радиоактивном распаде, интенсивность его излучения спадала бы слишком быстро. Радий не мог бы поддерживать наше Солнце так долго, как это необходимо. Допустить же существование тяжелых, сверхрадиоактивных элементов (неизвестных на Земле), да еще сгустившихся в недрах Солнца, современная

физика и теория внутреннего строения звезд не позволяют.

На наше счастье, физика атомного ядра, возникшая всего лишь лет десять назад, указала нам источник звездной энергии, согласующийся хорошо с данными теоретической астрофизики и, в частности, с выводом о том, что большую часть массы звезд составляет водород.

Слышали ли вы о том, что водород горит? Да, водород в звездах сгорает и дает им нужное питание, но это совсем не то горение, то-есть не соединение с кислородом, которое известно из простого опыта.

Горение — это химический процесс, то-есть перетасовка атомов между молекулами. Но энергии химических реакций недостаточно для поддержания солнечного тепла. С другой стороны, при чудовищном жаре в недрах звезд существование молекул невозможно, они там распадаются. Там возможны только перетасовки тех составных частей, из которых образованы сложные системы, называемые ядрами атомов, когда-то считавшихся неделимыми. При температурах в миллионы градусов происходит распад не только атомов, но и их ядер и перетасовка продуктов распада, отчего образуются новые химические атомы с иными химическими свойствами. Такие перетасовки называются ядерными реакциями. Физика ядерных реакций установила, что источником энергии в звездах, в том числе и в Солнце, является непрерывное образование атомов гелия за счет атомов водорода.

Известно, что атом гелия весит приблизительно в четыре раза больше, чем атом водорода. Однако мы не получим атом гелия, сложив попросту четыре атома водорода. Прежде чем материал четырех водородных атомов создаст атом гелия, должен произойти целый ряд чудесных превращений, напоминающих сказочные превращения оборотней, и непременно помощниками и толкачами в этих превращениях оказываются атомы углерода. Но такие превращения не проходят безнаказанно: при этом выделяется и теряется энергия, а она имеет массу. Оттого-то масса атома гелия получается несколько меньше массы четырех атомов водорода. Так работает фабрика гелия в недрах гигантских звезд.

Газ, всюду газ! Собранный в гигантские раскаленные шары, он образует бесчисленные звезды; в них сосредоточена главная масса вещества в нашей вселенной. Разреженный, холодный газ, заполняющий огромные пространства в виде газовых туманностей, обволакивающий десятки звезд, газ, образующий атмосферы планет! И все это в безвоздушном пространстве. Подлинно ли в безвоздушном?

Наши понятия о вакууме, о безвоздушном пространстве относительно. В электрической лампочке «нет воздуха», говорим мы, он оттуда выкачан. Сравнительно с комнатным воздухом там — вакуум. Но физик с помощью своих лучших насосов может так выкачать воздух из какой-либо стеклянной трубки, что по сравнению с ним пространство внутри электрической лампы кишит мириадами молекул.

Газовые диффузные туманности с их плотностью, меньшей чем одна миллиардная от миллиардной доли грамма в кубическом сантиметре, раскинулись в безвоздушном пространстве. Но и оно, как мы убеждаемся, не совершенно пусто, в нем тоже есть газ. Газ ничтожной плотности, но все же газ, и между любыми двумя звездами есть газовая среда, какой бы ничтожной плотности она ни была.

Пока свойства атомов не были хорошо изучены физиками, исключительное или, по крайней мере, преобладающее нахождение именно кальция между звездами вызывало недоумение. Потом выяснилось, что ионизированный кальций поглощает свет главным образом в тех двух своих линиях, которые находятся в легко наблюдаемой части спектра. Атомы других элементов поглощают свет либо в очень многих линиях, как, например, железо, либо в такой области спектра (ультрафиолетовой), которая недоступна для изучения из-за ее полного поглощения в нашей атмосфере. Поэтому-то линии других межзвездных атомов, если они есть, либо вообще не могут быть обнаружены, либо они менее заметны, потому что их общее поглощение разбивается на много разных поглощений — в каждой линии понемногу. Поэтому нет оснований считать ионизированный кальций единственным или

преобладающим газом в межзвездных недрах, он только заявляет о своем присутствии крикливее других.

Можно все же попытаться найти и другие межзвездные газы, хотя бы слабые следы их. «Кто ищет, тот всегда найдет!» И действительно, после специальных поисков в спектрах звезд был найден межзвездный натрий, а в самые последние годы обнаружили еще титан, калий и даже железо. Кроме того, перед самой войной были найдены еще межзвездные молекулы углеводорода CH , циана CN , а также некоторые линии неизвестного еще пока происхождения. Общая плотность поглощающего межзвездного газа в несколько тысяч раз меньше плотности излучающих свет газовых туманностей. Полная же плотность межзвездного газа значительно больше и составляет не менее одной миллионной от миллиардной части одной миллиардной доли грамма в кубическом сантиметре. Если бы этот газ состоял из одного лишь водорода, то при такой плотности в 1 кубическом сантиметре содержалось бы только по одному атому, тогда как в таком же объеме комнатного воздуха их содержится 10 миллиардов миллиардов!

В действительности дело почти так и обстоит, так как водород на самом деле является главной составной частью межзвездного газа. Следующее за ним место занимает натрий, но на водород приходится 90% всей межзвездной среды, включая космическую пыль и метеориты. На долю последних приходится, как оказывается, ничтожная доля массы всей межзвездной среды, и больше всего в них весит самый легкий из газов.

Светлые туманности, то тут, то там видимые среди звезд и состоящие из газов, также светятся благодаря воздействию со стороны звезд, но в данном случае мы наблюдаем процесс так называемой флюоресценции. Для того чтобы газовая туманность светилась, необходимо, чтобы ее освещали очень горячие звезды. Среди таких газовых туманностей, свечение которых вызывается находящейся в них хотя бы слабой, но чрезвычайно горячей звездой, существуют так называемые планетарные туманности, имеющие вид небольшого правильного шаровидного облачка.

Ленинградские астрономы В. А. Амбарцумян и В. В. Соболев разработали теорию переноса энергии,



Планетарная газовая туманность.

испускаемой звездой внутри подобной туманности. Кроме того, они теоретически обосновали явление постепенного расширения шаровидного облачка туманности под действием давления света. Их теории лежат в основе всех современных теоретических исследований такого рода образований.

Расстояния до таких планетарных туманностей долгое время представляли полную загадку. Нам удалось найти метод определения этого расстояния, что позволило также установить размеры туманностей и

истинную силу света звезд, вызывающих их свечение. Оказалось, что звезды, вызывающие свечение планетарных туманностей, имеют примерно такую же силу света, как Солнце, но нагреты они гораздо сильнее. Их температура составляет от 30 до 140 тысяч градусов. Размеры таких туманностей колеблются от размеров, в сотни раз превосходящих расстояние от Земли до Солнца, до размеров, превосходящих это расстояние в десятки тысяч раз.

ПЫЛЬ В МЕЖЗВЕЗДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Подобного рода исследования истинного распределения звезд в пространстве чрезвычайно затруднены тем, что межзвездное пространство не вполне прозрачно. До 1930 года большинство ученых было убеждено в том, что в пространстве между звездами нет никакой среды, которая бы вызывала заметное поглощение звездного света. Поэтому при определении расстояния до какой-либо звезды пользовались известным законом ослабления блеска источника света пропорционально квадрату расстояния до него.

Другими словами, при удалении источника света в

два раза его видимый блеск убывает в 2×2 , то-есть в 4 раза; при удалении в 3 раза — убывает в 3×3 , то-есть в 9 раз, и т. д.

Это положение, справедливое в случае совершенно прозрачного пространства, оказывается неправильным в случае наличия поглощающей среды. Поглощающая среда ослабляет свет далеких звезд, и они кажутся нам слабее, чем должны были бы казаться в случае отсутствия этого поглощения. На то, что пространство между звездами не вполне прозрачно, указывал еще сто лет назад выдающийся русский ученый В. Я. Струве. Но его идеи не были в достаточной мере оценены современниками. Американский ученый Шэпли доказывал, например, что, судя по его, Шэпли, измерениям суммарной яркости и видимых размеров шаровых звездных скоплений, находящихся от нас очень далеко, пространство совершенно прозрачно.

В 1929 году автор этой книжки произвел новое тщательное определение яркости звездных скоплений и показал, что американские измерения обременены грубой систематической ошибкой, которая и привела Шэпли к неправильному заключению. Действительно, не прошло и года, как существование поглощения света в пространстве, которое вызывается мелкой космической пылью, было доказано с полной несомненностью. С этих пор астрономы начали самым тщательным образом изучать распределение поглощающего вещества в пространстве, исследовать, как оно изменяет видимые цвет и блеск звезд. Без учета этого явления все дальнейшие рассуждения о строении звездного мира не могут быть правильными.



Большая диффузная газовая туманность в созвездии Орiona.

В Советском Союзе изучением распределения поглощающего вещества в пространстве занялись многие наши обсерватории, в особенности Абастуманская (исследования Е. К. Харадзе и М. А. Вашакидзе).

Советские астрономы подробно изучали вызываемое межзвездной пылью явление покраснения звезд, благодаря которому звезды кажутся нам сравнительно холоднее, чем они есть в действительности. Они внесли очень много нового и в методику необходимого для этого наблюдения звезд. Было выяснено, что межзвездная пыль не представляет собой среды равномерной плотности. Она состоит из отдельных облаков, средние размеры которых таковы, что свет от одного их края до другого идет в течение десяти лет, то-есть размеры этих облаков значительно больше среднего расстояния между звездами.

Уже давно было известно, что в мировом пространстве между звездами существуют огромные облака разреженной материи, из которых одни являются газовыми, а другие пылевыми. Облака космической пыли светят отраженным светом тех звезд, которые расположены по-

близости от них. Однако в вопросе о том, есть ли что-нибудь общее между этими светлыми пылевыми туманностями и поглощающей межзвездной средой, которая, по исследованиям наших ученых, тоже состоит из облаков, не было полной ясности. Некоторые особенности больших облаков темной пыли, так называемых темных туманностей, обнаруживаются благодаря тому, что они поглощают свет находящихся за ними звезд и на сияющем фоне Млечного пути образуют как бы черные дыры или провалы. Наши ученые В. А. Амбарцумян и Ш. Г. Горделадзе



Фотография кусочка Млечного пути, состоящего из слабых звезд. Местами их сияние скрыто облаками темной пыли, видимыми как темные полосы.

доказали, что светлые пылевые туманности отличаются от темных пылевых туманностей только тем, что они находятся по соседству с очень яркими звездами, которые освещают их достаточно сильно, для того чтобы они были видимы. Таким образом, никакого существенного различия между светлыми и темными облаками космической пыли не оказалось, и вопрос о том, какими они нам представляются, зависит исключительно от случайного расположения их по отношению к ярким звездам.

Ленинградские ученые Огородников и Добровольский разработали новый, гораздо более совершенный способ исследования темных туманностей с учетом огромного разнообразия в истинной силе света звезд.

НАШ ЗВЕЗДНЫЙ МИР — ГАЛАКТИКА

В ясную, безлунную ночь через все небо светлой дугой перекидывается бледная, слабо сияющая лента — Млечный путь. Посмотрев на нее в телескоп, вы убеждаетесь, что это огромное скопище очень слабых звезд. Млечный путь, как кольцо, опоясывает все небо.

Дальше всего наша звездная система тянется во все стороны от нас по направлению к Млечному пути в плоскости, проходящей через его среднюю линию. Так как Млечный путь опоясывает все небо, деля его почти пополам, то, очевидно, наша солнечная система находится вблизи этой плоскости, вблизи галактической плоскости, как ее называют.

Чем дальше от плоскости Млечного пути, тем меньше там слабых звезд и тем на меньшее расстояние в этих направлениях тянется звездная система. В общем, наша звездная система, названная Галактикой, занимает пространство, напоминающее линзу или чечевицу. Она сплюснута — толще всего в середине и утончается к краям. Если бы мы могли видеть ее «сверху» или «снизу», она имела бы, грубо говоря, вид круга (не кольца). «Сбоку» же она выглядела бы, как веретено. Но каковы размеры этого «веретена»? Однородно ли расположение звезд в нем?



Общий вид половины того кольца, которым Млечный путь
опоясывает все небо.

Это выяснилось уже за последние годы, хотя на этот вопрос ответ дает уже простое рассматривание Млечного пути, который весь состоит как бы из нагромождения звездных облаков. Одни облака ярче, в них больше звезд (как, например, в созвездиях Стрельца и Лебеда), другие же беднее звездами. Звездная вселенная неоднородна¹. Галактика состоит из звездных облаков; солнечная система находится в одном из них, называемом

¹ Как это доказал впервые пулковский астроном В. Я. Струве. Зарубежные ученые должны были с ним согласиться.

местной системой. Самые мощные облака звезд находятся в направлении созвездия Стрельца; там Млечный путь наиболее ярк. Он наименее ярк в противоположной части неба.

Из этого нетрудно вывести заключение, что солнечная система не находится в центре Галактики, который от нас виден в направлении созвездия Стрельца. Более тщательные исследования последних полутора десятков лет полностью подтверждают этот вывод.

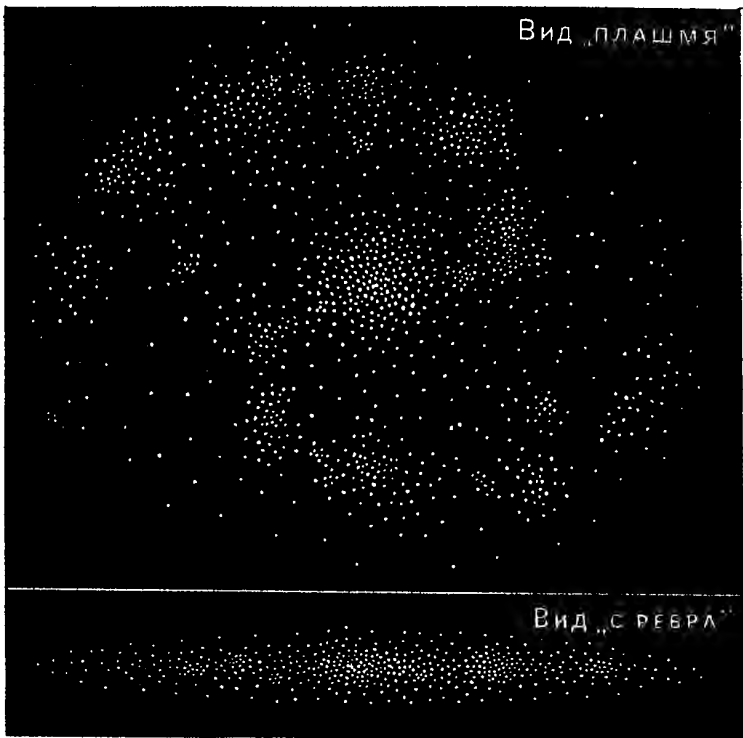
В 1948 году советским ученым Красовскому, Никонову и Калиняку удалось особым образом (в инфракрасных лучах) сфотографировать сквозь пылевую завесу космической пыли ядро нашей Галактики в созвездии Стрельца.

Солнечная система обращается около центра Галактики, лежащего от нас на расстоянии 25 тысяч световых лет в направлении созвездия Стрельца, со скоростью 250 км/сек. Форма орбиты как следует еще неизвестна, но если она близка к кругу, что вероятно, то один оборот по ней Солнце завершает за 200 миллионов лет. Этот период, если хотите, можно принять за «космический год» для измерения очень больших промежутков времени. Вся история человечества в сравнении с таким периодом — только краткий миг! Если бы мы могли видеть, как Солнце несется и заворачивает по своей орбите, как мы видим поезд, заворачивающий на закруглении пути, то мы не могли бы уследить за оборотами планет около Солнца: они бы казались вертящимися быстрее, чем электрический вентилятор.

При вращении вокруг центра Галактики не все звезды движутся совершенно одинаково, и, например, короткопериодические цефеиды отстают от Солнца на 100 километров за каждую секунду. Движение нашей солнечной системы со скоростью 20 км/сек в направлении к созвездию Лиры — это ее движение внутри нашего звездного облака, или местной системы. Оно мало и не мешает нам вместе со всей местной системой обращаться вокруг галактического центра.

Поперечник нашей Галактики составляет почти 100 тысяч световых лет, причем солнечная система отстоит от ее центра на 25 тысяч световых лет, то-есть примерно на половину ее радиуса.

Вид „плашмя“



Схематический вид нашей звездной системы — Галактики.

Каким ярким должен был бы казаться центр нашей Галактики — облака звезд Млечного пути в созвездии Стрельца, если бы их не скрадывало, не затмевало поглощение света в массах космической пыли, заполняющей пространство между нами и этим центром!

Для изучения структуры Галактики мы находимся в очень невыгодном положении. Мы живем в ней и видим ее изнутри. Наш дом — Галактика, другие дома — другие галактики. Догадаться о внешнем виде нашего дома можно, изучая другие дома, видимые нами из окна.

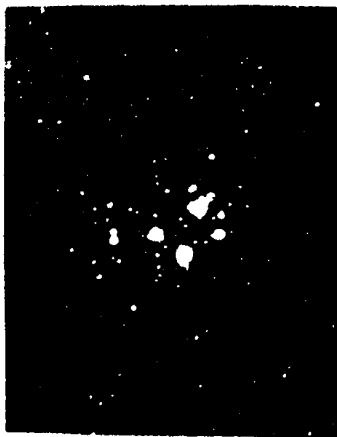
Мы с вами живем на самой далекой окраине своей звездной системы, где «население» очень редкое.

ГАЛАКТИЧЕСКИЕ И ШАРОВЫЕ ЗВЕЗДНЫЕ СКОПЛЕНИЯ

Галактические и шаровые звездные скопления отличаются друг от друга примерно так же, как небольшие толпы обывателей отличаются от дивизий солдат.

Галактические скопления находятся внутри нашей Галактики и расположены в ней вперемежку с одиночными звездами — они как бы крупные населенные пункты внутри страны. За их положение в пространстве их и назвали галактическими. За слабую концентрацию звезд к центру скопления их назвали рассеянными. Звезд в них бывает от сотни до нескольких тысяч, и разбросаны они в пространстве без особой правильности, как палатки цыганского табора. Примером рассеянных скоплений являются Плеяды. В народе их называют — где Стожарами, где Утиным Гнездышком, а где и Волосожаром. Осенью они восходят вечером, а зимой вечером стоят уже высоко в небе. Невооруженный глаз средней зоркости видит в этой кучке шесть звезд, а зоркий глаз — от семи до одиннадцати. В поле же зрения телескопа здесь мерцают сотни звезд всевозможной яркости. Принадлежность звезд к данному скоплению обнаруживается из общности их движения в пространстве. Так можно бывает выделить звезды, более к нам близкие или далекие, случайно проецирующиеся на звездную кучу.

Плеяды отстоят от нас на 320 световых лет, и диаметр этой группы звезд — около 5 световых лет.



Звездное скопление Плеяды. Более яркие из звезд окружены пылью, освещенной светом этих же звезд.

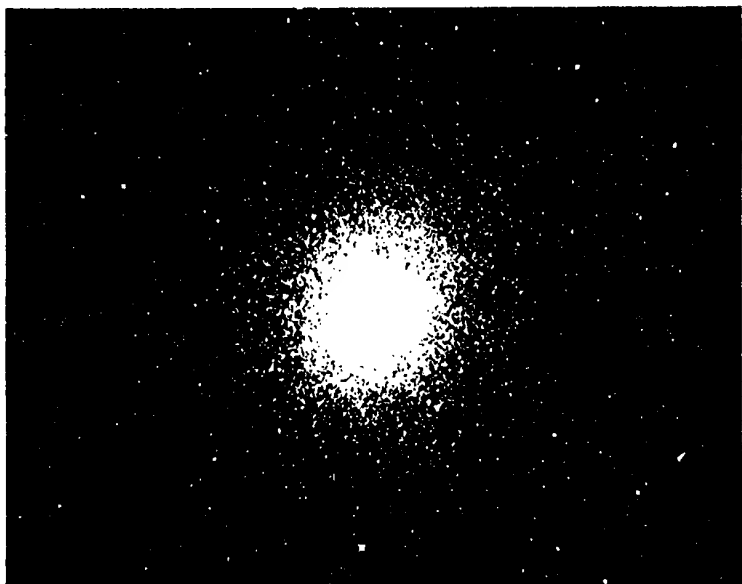
Вокруг красного Альдебарана, главной звезды в созвездии Тельца, легко заметить немногочисленную и более рассеянную, чем Плеяды, группу звезд скопления Гиад. Всего нам известно около 300 галактических скоплений, но мы не знаем еще множества более далеких и слабо светящихся или же скрытых от нас темными туманностями.

Шаровые звездные скопления, известные в числе около сотни, имеют своего типичного представителя в лице звездного скопления в Геркулесе, видимого в бинокль как туманная звездочка примерно шестой звездной величины. Лишь сильный телескоп, а в особенности фотография показывают, что тут в форме шара существует целое скопление звезд, сильно концентрирующихся к его центру. Тут сотни тысяч звезд, из которых мы видим только гиганты. Звезды главной ветви, в частности такие, как Солнце, невидимы. Из-за удаленности и многочисленности, особенно вблизи центра, звезды сливаются в одно сплошное светлое сияние.

Расстояния до шаровых звездных скоплений лет тридцать назад были для нас полной загадкой, пока среди их населения не были обнаружены переменные звезды — цефеиды. Представьте себе, что в крошечной области неба, занятой скоплением, вы открываете одну, другую, третью, наконец десятков цефеид, тогда как кругом скопления на большом расстоянии вы их не находите ни одной. Может ли это быть случайным совпадением?

Одна цефеида, более близкая к нам, чем скопление, или более далекая, может проецироваться на скопление — это будет «случайность». Если из всех цефеид в этой области и вторая проецируется там же, это можно назвать «совпадением». Но если их проецируется туда десятков и больше, это уже не может быть, как говорят, «привычкой», ибо привычек у звезд нет. Это может означать лишь то, что цефеиды действительно находятся в самом шаровом скоплении, являются его членами. Наличие цефеид дало возможность определить расстояние до ряда шаровых скоплений, а затем и их размеры.

До тех из них, в которых цефеид не оказалось, расстояния можно было определить по видимой яркости звезд — белых гигантов. Для наиболее далеких скоплений, представляющихся просто пятнышками, в которых



Шаровое звездное скопление. Каждая звезда в нем — это гигантское солнце.

отдельных звезд не видно, расстояния можно было определить по видимым (угловым) размерам и по видимой суммарной яркости, так как истинные (линейные) размеры и суммарная светимость у всех шаровых скоплений оказались примерно одинаковыми.

Одно из ближайших к нам шаровых скоплений — то, что находится в Геркулесе — отстоит от нас на 30 тысяч световых лет; его диаметр — сотня световых лет. Наиболее далекие из шаровых скоплений отстоят от нас на 230 тысяч световых лет. Определение расстояний шаровых скоплений говорит нам о том, что шаровые скопления простираются до границы нашей звездной системы.

Что же находится за пределами этого дома? Есть ли там еще другие звездные дома, другие звездные вселенные, другие галактики, сходны ли они с нашей или не похожи на нее?

Вскоре после изобретения телескопа внимание наблюдателей привлекли многочисленные светлые пятна туманного вида, или туманности, видимые неизменно в одних и тех же местах в разных созвездиях. Их заносили в каталоги с чувством досады на то, что они мешают открывать кометы, имеющие вид таких же туманностей, но отличающиеся своим перемещением на фоне звездного неба, подобно планетам. К концу прошлого века у некоторых из них была обнаружена спиральная форма. В таких спиральных туманностях из туманного ядра, более яркого к центру, выходят ветви, или рукава, закручивающиеся вокруг ядра по спирали подобно часовой пружине.

Края этих туманностей оказались состоящими из множества чрезвычайно слабых звезд. Туманность оказалась, как говорят, разрешенной на звезды. Стало ясно, что ближе к центру сплошное туманное сияние получается лишь вследствие слияния для нас в одну сплошную массу мириадом звезд, расположенных очень тесно. Эти фотографии сразу показали, что перед нами не облако пыли, светящееся отраженным светом, и не облако разреженного газа, а чрезвычайно далекая звездная система.

Те спиральные туманности, которые еще не разрешены на звезды, — повидимому, такие же звездные системы, только слишком далекие от нас, чтобы их структуру могли различить современные телескопы.

В 1944 году удалось разрешить на звезды и центральную часть спиральной туманности в Андромеде и обе небольшие туманности эллиптической формы. Оказалось, что они ее соседки.

До этого многие допускали, что эллиптические туманности и центральные части спиральных туманностей состоят не из звезд, а из газа или метеоритной пыли.

Спектры подтверждают звездную природу спиральных туманностей. Это спектры поглощения, очень похожие на спектр Солнца; они показывают, что большинство звезд в них — желтые звезды солнечного типа. По смещению темных линий в спектрах спиральных туманностей определяют скорости их движения. Как целое они движутся со скоростью сотен километров в секунду.

Окончательно природа спиральных туманностей вскры-

лась, когда в них на упомянутых фотографиях были найдены и цефеиды, и долгопериодические переменные, и яркие голубоватые звезды. Позднее открыли в спиральной туманности Андромеды, на ее краях, шаровые звездные скопления, вполне подобные окружающим нашу Галактику, но вследствие их дальности едва отличимые по своему виду от ярких звезд.

Были открыты в спиральных туманностях и огромные клочья разреженного газа, дающие спектр из ярких линий и опять-таки подобные тем, какие кое-где встречаются в межзвездном пространстве внутри Галактики.

Спиральная туманность Андромеды кажется больше и ярче всех потому, что она ближе всего к нашей Галактике. Расстояние до нее составляет 850 тысяч световых лет. Вот оно, это ближайшее расстояние! Свет ее, доходящий сейчас до нас, покинул туманность Андромеды в ту пору, когда на Земле не было еще человечества, но и тогда она выглядела так же, как выглядит сейчас. Размер ее составляет около 50 тысяч световых лет по диаметру, но в направлении, перпендикулярном к плоскости ее наибольшего распространения, она во много раз тоньше — сильно сплюснута. Сопоставляя вид туманностей, таких, как в Треугольнике (почти круглых внешних очертаний), в Андромеде (продолговатой или эллиптической) и в Деве (веретенообразной), мы должны заключить, что различие их вида определяется поворотом (ракурсом) по отношению к нам.

Очевидно, эти звездные системы (которые мы теперь имеем полное право называть галактиками, поскольку они — такие же громадные звездные системы, как наша



Спиральная звездная система, подобная Галактике, видимая в созвездии Гончих Псов.

Галактика) имеют сплюснутую чечевицеобразную или линзообразную форму и зачастую спиральную структуру. Галактика в туманности Треугольника лежит перед нами «плашмя», галактика в созвездии Андромеды своей плоскостью симметрии наклонена к нам, а галактика в созвездии Девы повернута к нам ребром. Кстати сказать, вдоль веретена, каким она представляется, видна темная полоска. Такие темные полосы видны у многих галактик веретенообразного вида. Несомненно, что это — скопление темных туманностей, состоящих из метеоритной пыли, концентрирующихся к плоскости их экватора. В других галактиках, менее к нам наклоненных, также можно заметить темные области на фоне сияющей массы ядра, в рукавах и между рукавами спиральных завитков. Этим дополняется сходство далеких галактик с нашей Галактикой.

Оказалось, что галактики вращаются вокруг своей короткой оси, перпендикулярной к плоскости их экватора. Спиральная галактика в Андромеде во внешних своих частях вращается, как твердое тело, например как колесо телеги. Это означает, что внешние ее части, дающие мало света и содержащие, казалось бы, поэтому мало звезд, тем не менее имеют большую массу. В исследованной недавно галактике в созвездии Треугольника внутренние части, до расстояния в 3 тысячи световых лет от центра, также вращаются как твердое тело. Наружу, наоборот, скорость вращения уменьшается очень быстро. Отсюда следует, что, в противоположность галактике, находящейся в Андромеде, здесь большая часть массы сосредоточена в центральном ядре. Масса эта составляет миллиард масс Солнца, как это устанавливается вычислением на основании наблюдаемой скорости вращения.

Звезды в пространстве группируются, как мы видим, в гигантские системы преимущественно спиральной формы. Последние, как острова, раскинуты в безбрежном океане вселенной. Острова вселенной или островные вселенные — вот как часто именуются галактики. В некоторых местах, как, например, в созвездии Девы, галактики группируются в облака галактик — острова вселенной образуют архипелаг. В некоторых местах неба в телескоп или на фотографии можно насчитать больше далеких

островов вселенной, чем отдельных звезд, относящихся к нашей Галактике.

Масса нашей Галактики, оцениваемая сейчас разными способами, равна двумстам миллиардам масс Солнца; причем $\frac{1}{1000}$ ее заключена в межзвездных газе и пыли. Масса галактики в Андромеде почти такова же, а масса галактики в Треугольнике оценивается в двадцать раз меньше.

«Где граница мира и что за ней?» постоянно спрашивало себя человечество, пока развитие философии, приведшее к основным положениям диалектического материализма, не заставило нас признать, что у вселенной, или мира, нет границ. Это убежденно поддерживается всем развитием науки.

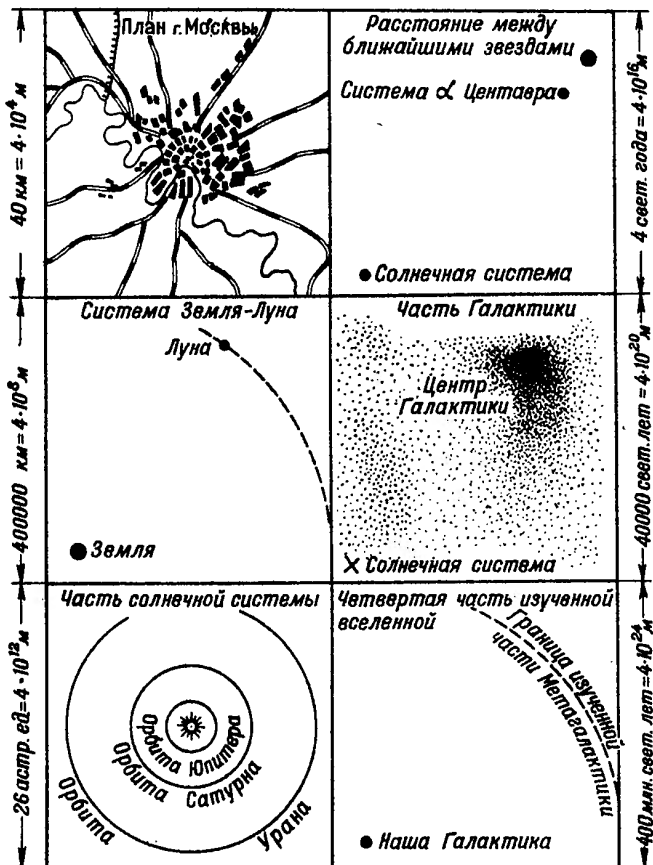
Было время, когда богословы исчисляли границу мира как расстояние до сферы неподвижных звезд в 700 тысяч километров. Это стало сомнительным уже после измерения расстояния до ближайшего небесного тела — Луны (385 тысяч километров). Еще дальше отодвинулись границы вселенной с определением расстояния Земли и планет от Солнца. Измеренные потом расстояния до звезд превзошли самые щедрые оценки расстояния до границы мира, а теперь известны галактики, отстоящие от нас на сотни миллионов световых лет.

Несомненно, что когда удастся исследовать подробнее более далекие от нас галактики, среди них окажутся такие, которые не уступят нашей ни по размеру, ни по массе, а может быть, будут и больше, чем она. Но, в конце концов, убедившись, что Земля не центр мира, что она не наибольшая из планет, что наше Солнце не самое большое, не самое яркое, не можем ли мы после всех этих ударов по нашему ложному самолюбию наконец «позволить себе роскошь» считать, что мы живем в одной из наибольших галактик, хотя и на ее краю?

Мы с вами — жильцы крайнего флигеля, но одного из самых крупных домов звездного города, называемого вселенной.

В наше время некоторые идеалистически настроенные ученые зарубежных стран стремятся доказать в угоду религии, что мир хотя и безграничен, но конечен, как глобус для ползающего по нему муравья.

Такие ученые вычисляли «радиус мира», но уже не



Масштабы вселенной. Сторона каждого квадрата в десять тысяч раз больше предыдущего; показано, что уместилось бы в нем.

раз развитие наблюдательной астрономии опрокидывало все их расчеты, приводя к открытию галактик, лежащих от нас дальше, чем позволял их «радиус мира».

В настоящее время самому большому в мире телескопу доступны на всем небе около 100 миллионов островных вселенных, или галактик.

Расстояния до наиболее далеких из них доходят до 600 миллионов световых лет.

Все видимые галактики, а также и великое множество других, более далеких, которые будут открыты гигантскими телескопами будущего, образуют великое скопление галактик, называемое метagalacticкой. Если галактики — острова вселенной, то метagalacticка — это крупнейший архипелаг, а когда мы дойдем со своими телескопами до границ метagalacticки, то, быть может, будут открыты другие метagalacticки, подобные нашей, и так без конца.

Подведем итог развитию наших знаний о месте человека во вселенной, насколько мы представляем себе сейчас ее строение. Представим этот итог в виде вашего адреса, уважаемый читатель. Мы позволим себе для примера этот адрес написать сами и лишь последние строчки попросим заполнить вас.

Бесконечная вселенная
Наша метagalacticка
Галактика
Звездное облако — местная система
Наша солнечная система
Планета Земля
Материк Европа
Советский Союз
РСФСР (или СССР, БССР и т. д.)
Город (или село)
Улица
Дом
Квартира

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вы ошибетесь, если решите, что теперь уже суеверию нет места. Только совсем невежественным людям можно говорить теперь, будто звезды — глаза ангелов на небе. Суеверие вползает в науку, подражает ей.

Буржуазные лжеученые, делая вид, что верят в науку, часто искажают подлинный смысл научных открытий. То они утверждают, что вселенная конечна, то стремятся поставить новые пределы человеческому знанию, то пытаются при помощи сложных формул уверить, будто высчитали «точно» день, когда был сотворен весь мир.

Наша передовая советская наука не только открывает всё новые свойства природы, но и ведет подчас очень трудную и упорную борьбу с буржуазной лженаукой, прячущей суеверие между строк своих формул и цифр. Но как бы ни маскировали они свои ухищрения, в какую бы форму научного вида ни облекали они свои суеверные вымыслы, эти вымыслы по существу своему вреднее, чем суеверные сказки древности, рассчитанные на простаков.

Не существует и не может существовать в мире наука, оторванная от политики, — этому учит весь опыт истории. Коренной вопрос заключается в том, с какой политикой связана наука, чьим интересам она служит: интересам народа или интересам эксплуататоров.

Советская наука служит интересам всего народа, она гордится своей связью с политикой Советского государства, у которого нет иных целей, кроме улучшения благосостояния трудящихся, укрепления мира и расцвета демократии.

Буржуазные ученые в угоду своим хозяевам провозглашают независимость и беспристрастность науки, но на деле всё больше и больше посвящают свои труды пропаганде поповщины и идеализма, выступают против революционного, передового, марксистско-ленинского мировоззрения, против Советской страны, победоносно строящей коммунизм.

Многие буржуазные ученые Западной Европы и Америки проповедуют самые пессимистические взгляды, ведущие к полному отрицанию науки, к замене ее идеализмом и религиозным мракобесием. Идеализм и прямая поповщина, идеология буржуазии извращают достижения подлинной науки, требуют от науки движения не вперед, а вспять, к представлениям мрачного Средневековья.

Гигантская картина бесконечной вселенной, выясненная материалистической наукой, трудами советских ученых, доказывает нам неограниченную познаваемость природы, опровергает всяческие религиозные суеверия и помогает нам, побеждая природу, ускорять переход к новому, коммунистическому обществу.

Цена 90 коп.

ДЛЯ СЕМИЛЕТНЕЙ И СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Ответственный редактор В. Касименко. Художественный редактор
Г. Вебер. Технический редактор Н. Самохвалова. Корректоры
Р. Мишелевич и А. Яснговская.

Сдано в набор 6/III 1950 г. Подписано к печати 11/III 1950 г. 4½ п. л.
(3,5 уч.-изд. л.). 34 272 зн. в печ. л. Тираж 200 000 экз. А02239.

Заказ № 212.